Murchison, Roderick Impey,

Ueber die älteren vulkanischen Gebilde im Kirchenstaate und über die Spalten, welchen in Toscana heiße Dämpfe entsteigen, und deren Beziehungen zu alten Eruptions- und Bruch-Linien [Nachträge zu Murchison's 'Gebirgsbau in den Alpen, Apenninen und Karpathen']

Stuttgart 1851

Nachträge

zu

Murchison's

Gebirgsbau in den Alpen, Apenninen und Karpathen.

Ueber die

älteren vulkanischen Gebilde im Kirchenstaate,

über

die Spalten,

welchen in Toscana heiße Dämpfe entsteigen,

und

deren Beziehungen zu alten Eruptions- und Bruch-Linien.

Von

R. J. Murchison,

deutsch bearbeitet von G. Leonhard.



Stuttgart.

J. B. Müller's Verlagshandlung.

1851.

Nachträge

zu

Murchison's

„Gebirgsbau in den Alpen, Apenninen und Karpathen.“

Stuttgart.

J. B. Müller's Verlagshandlung.

1851.

Ueber

die älteren vulkanischen Gebilde

im Kirchenstaate

und

über die Spalten,

welchen in Toscana heiße Dämpfe entsteigen,

und

deren Beziehungen zu alten Eruptions- und Bruch-Linien.

Von

R. J. Murchison,

deutsch von

G. Leonhard.

Stuttgart.

J. B. Müller's Verlagshandlung.

1851.

Druck der Königl. Hofbuchdruckerei zu Guttenberg in Stuttgart.

Vorwort.

In den letzten Tagen des November erhielt ich durch Murchison zwei Aufsätze, „on the earlier volcanic rocks in Italy“ und „on the vents of hot vapour in Tuscany,“ die in dem „Quarterly Journal“ abgedruckt sind; der englische Geolog bemerkte, daß dieselben gleichsam den Schluß seiner Schrift über den Gebirgsbau in den Alpen bildeten. Die günstige Aufnahme, welche meine Bearbeitung der letzteren fand, die hohe Wichtigkeit der in beiden Aufsätzen niedergelegten Ansichten bestimmten mich, solche in's Deutsche zu übertragen, nebst einigen — gleichfalls im „Quarterly Journal“ enthaltenen — Mittheilungen Zigno's über die Gebirgsformationen in den Venetianer Alpen, welche alle früheren Beobachtungen Murchison's bestätigen.

G. Leonhard.

Ueber

die älteren vulkanischen Gebilde im Kirchenstaate.

Einleitung.

Während eines Winter-Aufenthaltes in Rom, auf manchen Wanderungen von da durch die Maremma, nach Siena und Viterbo im Westen, nach Perugia im Osten, endlich auf einem Ausfluge nach Neapel im Frühling, beschäftigten mich vielfach die älteren vulkanischen Gebilde jener Gegenden. Obwohl meine Aufmerksamkeit hauptsächlich auf die Verhältnisse zwischen secundären und tertiären Formationen gerichtet war, ist der Zusammenhang derselben, namentlich letzterer mit gleichzeitig oder später entstandenen vulkanischen Massen ein so inniger, daß der Geolog unwillkürlich auch diese in den Bereich seiner Untersuchungen ziehen muß. Ueberdieß wurde mein Interesse für den Gegenstand noch gesteigert durch den häufigen und lehrreichen Umgang mit Graf Medici Spada und Professor Ponzi.

Wir haben zwar demnächst ein Werk der beiden genannten Naturforscher in italienischer Sprache zu erwarten;* da indeß in demselben Manches zur Sprache gebracht wird, was uns ferner liegt, so erlaube ich mir einstweilen in folgender Skizze die Resultate unserer gemeinschaftlichen Beobachtungen und meine besonderen Ansichten über die Vulkane Latiums mitzutheilen.**

* Medici Spada hatte für mich einen Aufsatz in italienischer Sprache niedergeschrieben. Es lag in meiner Absicht, solchen in's Englische zu übertragen, ich wurde aber durch die politischen Wirren in Rom an der Ausführung gehindert. Bevor ich die Stadt verließ, wurde mir noch das Vergnügen zu Theil, in Ponzi's Gesellschaft die Vulkane Latiums zu besuchen.

** Seitdem hat Ponzi eine Schrift herausgegeben „Osservazioni geologiche lungo la Valle Latina“ (Rom, 1849), in welcher er das Vorhandenseyn von vulkanischen Gesteinen gleichen Alters mit jenen von Hannibal's Lager, bei Tichiena und Posi, bei Frosinone nachweist. Ich kann mit meinem Freund, der den Macigno zwischen Hippuriten-Kalk und Nummuliten-Gebilde stellt, nicht übereinkommen, noch kann ich einen geologischen Unterschied zwischen dem Kreidekalk der Volscischen Hügel und dem der Sabiner Berge finden.

Ohne weiter auf die über unsern Gegenstand handelnden Werke einzugehen, bemerke ich nur, daß unter den Schriftstellern über die Gegend von Rom Brocchi der erste neuere ist, der ihre eigenthümlichen geologischen Charaktere hervorhob. Manche Irrthümer, die sein Werk „suolo di Roma" enthält, wurden zum großen Theil durch L. von Buch, Lyell, Fr. Hoffmann, Pareto und Andere verbessert. Ein Blick auf die geologische Karte Italiens wird die Unterscheidungen, mit welchen sich dieser Aufsatz befaßt, besser erkennen lassen. So hat z. B. Pareto auf dieser sonst werthvollen Karte nicht versucht, die ältesten, mit Subapenninen-Gebilden verbundenen Trachyte und Basalte — offenbar unter Wassern entstanden — von den neueren Vulkanen zu trennen. Auf diese Weise sind die Euganeen und die Umgebung von Radicofani auf der Karte mit der nämlichen Farbe colorirt, wie Aetna und Vesuv.

Gegend nördlich von Rom.

Kaum dürfte ein Geolog von Radicofani nach Rom wandern, ohne daß ihm der vulkanische Charakter der sogenannten Campagna di Roma auffallen wird. Allenthalben bemerkt er zahlreiche kraterähnliche Vertiefungen; bei näherer Untersuchung erkennt er aber, daß dieselben — obwohl im wahren Sinn des Wortes vulkanisch — sich dennoch wesentlich von den Krateren des mittleren Frankreichs und von denen anderer Gegenden unterscheiden, wo atmosphärische Vulkane oder nicht unter den Wassern entstandene vorhanden. In der Campagna da findet man keine Spur von zerbrochenen Krater-Wällen, noch weniger von Laven-Strömen, die aus solchen Vertiefungen hervorkamen, gleich denen in der Auvergne, welche so schön den Ursprung der Laven-Ströme oder „cheires" beurkunden. Im Gegentheil: alle die geschichteten Anhäufungen basaltischer Massen, Tuff, Sand, Lapilli, Gruß, Puzzolane, Travertin verrathen auf's Deutlichste ihre Bildung und Absatz unterhalb der Wasser. Zu den ältesten dieser Gesteine gehört eine basaltische Felsart, Brongniart's „téphrine lava" welche den schroffen Hügel von Radicofani — ungefähr 2470 französische Fuß hoch — zusammensetzt, wenige Meilen östlich von dem noch höheren Trachyt-Berg von Amiata.

Dieß Gestein scheint durch ein Becken tertiärer, subapenninischer Mergel emporgestiegen zu seyn, es ergoß sich über dasselbe, bedeckte es auf ähnliche Weise, wie manche unserer Trapp-Gebilde auf den Hebriden über oolithischen Gesteinen erscheinen. Nach Pareto bedeckt der Tephrin von Radicofani die Tertiär-Schichten; Pilla glaubt, er sei so alt, daß nach seinem Empor-

steigen die Subapenninen-Mergel sich um denselben ablagerten. Die außerordentlichen Störungen, welche die Mergel, wo sie zwischen den Gruß-Ablagerungen an den Abhängen der Berge zu Tage gehen, wahrnehmen lassen, sprechen für die Annahme, daß das vulkanische Gebilde sie durchbrochen und überlagert habe. Es sind sogar Andeutungen vorhanden, als hätte der Berg Radicofani Laven-Ströme ergossen, sie scheinen aber alsbald wieder zertrümmert worden zu seyn, und in den — namentlich gegen Süden — auf den Gehängen zerstreuten Blöcken gewahrt man noch die einzigen Spuren. Steigt man von dem Berg herab und wendet sich dem entgegengesetzten Ufer der Paglia zu, so zeigt sich die nämliche Tephrin-Lava oberhalb Ponte Gregoriano, nördlich von Acquapendente, wo der Kirchenstaat an Toscana grenzt. Die blauen, subapenninischen Mergel gehen hier deutlich am Fuß der Felswand zu Tage, zum Theil von einer dünnen Lage gelben Sandes bedeckt.* Von beiden Gebilden weiß man, daß sie Meeres-Muscheln enthalten. Alsdann folgen unmittelbar in gleichförmiger Lagerung Mandelsteine, deren Höhlungen mancherlei Mineralien umschließen; ferner eine mächtige Bank von grauem Basalt oder Tephrin-Lava mit Leucit, auf welcher Acquapendente sowie Radicofani erbaut ist.** Das noch höher, südlich von der Stadt gelegene, mächtige Plateau besteht aus dem wohlbekannten, gelblichen Tuff der Campagna, in deren sandigen Bänken zahlreiche Höhlen ausgeweitet sind. Es darf daher kein Zweifel darüber obwalten, daß diese älteren vulkanischen Gebilde Italiens so gut unter Wassern abgesetzt sind, als die blauen, Meeres-Muscheln führenden Mergel und Sandsteine, durch welche jene empordrangen und sich über sie ergossen.

Steigt man von St. Lorenzo zu dem See von Bolsena herab, so bemerkt man in dem harten Leucit-Gestein Krystalle von Augit, Hornblende, Feldspath und von Glimmer. Hie und da finden sich auch Bruchstücke des secundären Apenninen-Kalksteines, aber Leucit ist das vorherrschende Mineral. Das Leucit-Gestein wird von einem mächtigen Tufflager umschlossen, das sich bald peperinartig, bald schlackig zeigt, und gewinnt an manchen Stellen

* Siehe Fig. 1.

** Brongniart hat den Basalt von Radicofani als „Téphrine pavimenteuse“ bezeichnet, und der Lava von Volvic in Auvergne und einem Gestein vom Monte Nuovo gleichgestellt. Und doch kann, in geologischem Sinne betrachtet, nichts verschiedener seyn, als die Eruptions-Epochen dieser drei Gesteine. Der Basalt von Acquapendente — nach meiner Ansicht eine einfache Abänderung eines Felsarten-Bandes, welches vom nämlichen Mittelpunkt wie das von Radicofani auslauft — ist einzig als „Téphrine amphigénique“ bezeichnet, weil derselbe Krystalle von Amphigéne oder Leucit enthält. — Brongniart, classification des roches, pag. 118.

einen mehr trachytischen Charakter. Von einem regelmäßigen nach allen Seiten oder auswärts gekehrtem Fallen der Schichten von dem See von Bolsena aus konnte ich nichts wahrnehmen. Pareto, welcher den ganzen Umfang untersuchte, spricht von einem leichten Fallen nach Außen; sey dem aber auch so an den Seiten, welche ich nicht betrat — so ist doch wenig oder gar keine Analogie zwischen solch einer Anordnung und den hochgeneigten Wänden eines Vulkanes. „Diese Schichten fallen im Allgemeinen mehr nach Außen hin als gegen den Mittelpunkt der erwähnten Weitung," sagt Pareto. Das harte, leucitische Gestein, das den Gipfel der Höhe am nördlichen Ende des Sees bildet, erscheint auf's Neue, wenig über dessen Niveau südlich von der Stadt Bolsena, in regellosen säulenförmigen, fünf- oder sechsseitigen säulenförmigen Massen, deren Enden sich unter verschiedenen Winkeln gegen den Horizont neigen. Weiter südlich, d. h. auf dem östlichen Ufer des Sees wechsellagern eigenthümliche Bimsstein- oder traßartige Gebilde mit Bänken einer grauen, verschlackten Lava. Wenige Personen, welche diese Gegend untersucht haben, werden darüber im Zweifel seyn, daß die Trachyte von Toscana und dem Kirchenstaate zu den ältesten dieser älteren vulkanischen Felsmassen gehören. Pareto zeigte dieß auch sehr deutlich in seiner Schilderung der Gegend südlich von Viterbo.* Der

* Wegen einer ausführlicheren Beschreibung des westlichen Theiles der vulkanischen Region des Kirchenstaates verweise ich auf Pareto's Schrift „Osservazioni geologiche dal Monte Amiata a Roma" (Auszug aus dem „Giornale Arcadico." Rom, 1844). Der italienische Geolog zeigt darin, daß unter den eigentlich vulkanischen Gesteinen (unterschieden von den plutonischen) Trachyt das älteste ist, und daß derselbe an einigen Orten östlich und südöstlich von Viterbo auf tertiären Meeres-Schichten ruhend, von Bimsstein-Conglomerat und von vulkanischem Tuff bedeckt ist. Alle trachytischen Massen, welche ich in Italien zu sehen Gelegenheit hatte, erweckten in mir den Gedanken, daß dieselben in einem halbflüssigen, teigartigen Zustand hervorquollen, durch die früher vorhandenen, neptunischen Schichten dringend, Dome und abgestutzte Kegel bildeten, und auf solche Weise die Vorläufer aller anderen vulkanischen Erzeugnisse der Halbinsel waren. Die zahlreichen Abänderungen der mannigfaltigen trachytischen Gesteine, den Einfluß, welchen sie auf die durchbrochenen Felsarten ausübten, kann ich hier nicht in Betracht ziehen, der Leser möge die Werke von Pareto, Savi, Pilla und Anderer vergleichen. Alle späteren vulkanischen Produkte des Kirchenstaates hat Pareto unter der Bezeichnung Tuff mit Peperin und Lava mit Lapilli zusammengestellt. Er glaubt, daß sämmtlicher Tuff mit Peperin und festen Conglomeraten sich unter Wassern bildete, während Auswurf und Fall der Lapilli an einigen Orten unter atmosphärischem Einfluß statt fand. Mit vieler Genauigkeit schildert er die Umgebungen des Sees von Bolsena, und neigt sich der Ansicht zu, daß dessen, von kleineren Seen erfüllte, parasitische und kraterartige Vertiefungen als Erhebungs-Kratere zu betrachten seyen. Obschon keine dieser Weitungen — nicht einmal der Lago de Vico — nach meiner Ueberzeugung in die nämliche

Monte Soriano z. B., welchen der Geolog auf seiner Wanderung von Viterbo nach Rom zur Linken hat, liegt 3300 Fuß über dem Meere und besteht aus einer Trachytmasse, bedeckt durch Anhäufungen von Tuff- und Schlacken-Gebilden, die auf den Seiten des Weges von L'Imposta, zwischen Viterbo und Ronciglione, so häufig. Letztere allein können nach Pareto in einer ununterbrochenen Verbindung mit der Atmosphäre gestanden haben. Das höhere Alter des Trachytes, oder seine Bildung unter verschiedenen Verhältnissen ist ein gewichtiger Punkt, der besonders bei der Frage über den Ursprung der Rocca Monfina in Betracht kommt. Sollten wir aber auch nur einen Augenblick zur Annahme geneigt seyn, daß solche Gebilde wie die Tuffe der Campagna nicht unter Wassern abgesetzt, so schwinden alle Zweifel, wenn wir sie verbunden mit mächtigen Gruß-Ablagerungen und sogar von solchen bedeckt sehen. Verfolgt man die fraglichen Gebilde von dem Monte Fiascone nach Viterbo und den Seen von Vico, Baccano und Bracciano, bis zu dem Monte Mario und den Thoren von Rom, so zeigen sich allenthalben deren oberste Schichten in so innigem Zusammenhang mit oberen Subapenninen-Gesteinen, welche Meeres-Muscheln und Rollstücke der Subapenninen enthalten — ein deutlicher Beweis, daß alle, oder fast alle derartige vulkanische Gebilde, von denen bisher die Rede, welche in der Campagna verbreitet sind, entweder

---

Kategorie gehören, wie die erloschenen ächten Vulkane der Auvergne, theile ich dennoch den Glauben Pareto's, daß einige der bimssteinartigen und schlackigen Massen, zumal auf dem Plateau südlich von Viterbo, nicht unter Wassern abgelagert wurden. Sie tragen ein so übermeerisches Ansehen, daß sie wohl den letzten Vorgang in einer Reihe vulkanischer Eruptionen vertreten, welcher endigte, als der Boden gehoben und viel Material in die Luft geschleudert wurde. Während Pareto glaubt, daß die Vertiefungen bei L'Imposta und der See von Vico ehedem Kratere waren, aus denen leucitische und Hornblende führende Basalte („Tephrin") ergossen wurden, pflichtet er mir bei, daß bei weitem der größte Theil der vulkanischen Eruptionen, die ciminischen Berge nicht ausgeschlossen, unter Wasser statt hatte. Nach meiner Meinung erklären solche Ausbrüche wie jener der Grahams-Insel am besten selbst die neuesten vulkanischen Phänomene in der nördlichen Campagna und in der Gegend von Viterbo. Die postpliocenen, Muscheln führenden Ablagerungen an der Küste von Civita Vecchia enthalten zahlreiche Fragmente der ältesten vulkanischen Gesteine — ein Beweis, daß letztere vor den Absätzen dieses vorhistorischen Meeres gebildet wurden. Auch müssen wir schließen, daß — obwohl die damals in dem Meere lebenden Mollusken den nämlichen Arten angehören, welche jetzt das Mittelmeer bewohnen — die physische Geographie der italienischen Küste wesentlich verschieden gewesen seyn muß von ihren jetzigen Verhältnissen, daß Hügel, die nun 300 Fuß über dem Meere liegen, von demselben bedeckt waren, daß alle Niederungen der Campagna unter Wasser standen, es sei nun salziges, brackisches oder süßes gewesen. Ich werde auf diesen Punkt zurückkommen, wenn von den Vulkanen Latiums die Rede.

gänzlich unter dem Meere abgelagert wurden, oder doch unter solchen Umständen, als der frühere Meeresboden emporstieg und mit brackischem oder unreinem, sumpfigem Wasser bedeckt war. Dahin dürften viele der Peperine Brongniart's gehören; denn obwohl Brocchi eine Unterscheidung in dichte, grobkörnige und erdige Tuffe versuchte, bin ich vollkommen mit Pareto einverstanden, der allen solchen Abtheilungen kein geologisches Gewicht beilegt. Sämmtliche Gesteine bilden nur eine Formation, von dem lockeren Tuff des Monte Verde bei Rom bis zu den festeren Tuffen und leucitischen Laven der ciminischen Berge. Ich habe absichtlich auf die wahre Natur dieser Gebilde aufmerksam gemacht, wegen des richtigen Begriffes der Worte „Vulkan" und „Krater," die in Reisehandbüchern über Italien so häufig gebraucht, und manchen Touristen zum Glauben verleiteten, daß in dem Kirchenstaate ehedem Vulkane vorhanden gewesen, wie der Vesuv und Aetna.

Aus der Reihe älterer vulkanischer Felsmassen will ich noch einige Beispiele anführen. Die tiefe Schlucht beim Monte Fiascone entblößt lehrreiche Profile von Gesteinen, deren hohes Alter noch durch den Umstand beurkundet wird, daß sie das Material zu den mächtigen rundlichen Blöcken von Peperin lieferten, die am Gehänge des Monte Fiascone gegen das öde Thal nördlich von Viterbo — in welchem die wohlbekannten „Bulicami" oder heißen Quellen entspringen — umherliegen. Alle diese Blöcke wurden offenbar durch große Wasserströme fortgeführt.

In den sandigen Ablagerungen dieser Gruppe von Gesteinen, genannt Panchina, Puzzuolano u. s. w., wurde sowohl der größere Theil der Begräbnisse der alten Etruscer, als auch die Grüfte und unterirdischen Heiligthümer der ersten christlichen Märtyrer und Flüchtlinge in den Umgebungen Roms ausgeweitet. Bei einem Besuch der Ruinen der alten Volscer-Stadt Veji kann sich ein Jeder hievon überzeugen, denn während die Festung auf den härteren Gesteinen (leucitische Lava u. s. w.) steht, wurden die Gräber der Nekropolis in dem weicheren, sandigen Tuff nördlich von der Stadt ausgegraben. Auf gleiche Weise sehen wir, wie die Etruscer bei Volterra, wo keine plutonischen Massen, sondern Thon, gelber Sand und Sandstein der Subapenninen-Formation verbreitet, ihre Stadt auf dem ersteren erbauten und für ihre Gräber die trockenen, leicht bearbeitbaren Schichten des letztern, der „Panchina" der Italiener, wählten. Tuff-Gesteine und eruptive, Leucit führende Massen, ähnlich den schon beschriebenen, setzen ausgedehnte Strecken in der Maremma des Kirchenstaates zusammen. Sie erscheinen auch in jenen wellenförmigen Regionen, die den nordwestlichen Theil der Campagna bilden und sich von Monterosi über Nepi bis nach Civita Castellana erstrecken. Besonders belehrend sind die Klippen am letztgenannten Ort und

das rechte Tiber=Ufer bei Borghetto; sie zeigen deutlich wie die Schichten der obersten Subapenninen=Periode von leucitischer Lava bedeckt werden, ein Beweis für die Bildung des eruptiven Gesteins unter Wasser; weiter unten im Thal finden sich Haufwerke einer jüngeren Drift=Ablagerung, die Trümmer leucitischer Gesteine und Rollsteine älterer Felsmassen umschließt. Wir sehen demnach ähnliche Verhältnisse, wie wir sie bei Ponte Molle unfern Rom kennen lernten. *

Auf dem Weg von Cropete und Castellucio nach Otricoli zeigen sich deutlich Conglomerat=Schichten, aus Apenninen=Kalkstein bestehend, wechsellagernd mit vulkanischem Tuff. Zugleich treten Travertin=Massen auf, die offenbar verschiedenen Perioden angehören. So findet man z. B. bei Siena mächtige Travertin=Bänke, die große, eckige Blöcke — oft von zwei bis drei Fuß im Durchmesser — secundären Kalksteins umschließen, begleitet von Tuff und Mergel; diese Gebilde bedecken unmittelbar die subapenninischen Mergel und Sandsteine und werden von einem Lymnea und Planorbis führenden Kalkstein bedeckt, auf welchem wieder sandige Lehmschichten und Alluvial=Lagen folgen.

Aelterer und neuer Travertin.

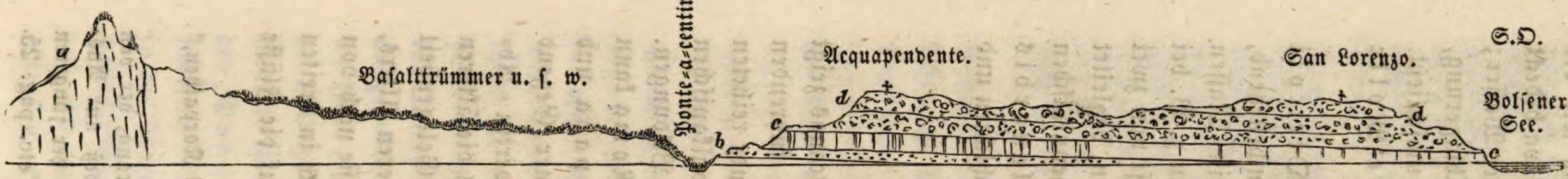
Die erwähnte Schichten=Folge in den südlichen Theilen Toscanas zeigt deutlich, wie an die Verhältnisse, unter welchen die Muscheln führenden Subapenninen=Schichten sich ablagerten, sich noch andere Umstände reiheten bei steter Herrschaft des Meeres, nämlich manche der sogenannten vulkanischen Eruptionen, begleitet oder gefolgt von bedeutenden Travertin=Bildungen. Dann traten erst andere Zustände ein. In der Campagna di Roma kann man sich von dieser Ansicht überzeugen. Allerdings haben Spada und Ponzi Bruchstücke eines älteren Travertins in dem Tuff jener Gegend beobachtet, ** sie räumen indeß ein, daß fast sämmtliche Travertin=Ablagerungen (hauptsächlich unter Wasser gebildet) jünger sind, als die älteren vulkanischen Gesteine, von denen die Rede. Bei einer früheren Gelegenheit erwähnte ich, daß der Travertin von Ponte Molle auch jüngeren Alters, und es ist kaum zu bezweifeln, daß von der Periode, in welcher sie noch von brackischem oder süßem Wasser bedeckt waren, und Travertin sich in breiten alten Vertiefungen bildete, erfüllt von Wassern, die jetzt bis auf die Flüsse

---

* Vergl. „Ueber den Gebirgsbau in den Alpen, Apenninen und Karpathen," von Murchison, deutsch von G. Leonhard; S. 128.

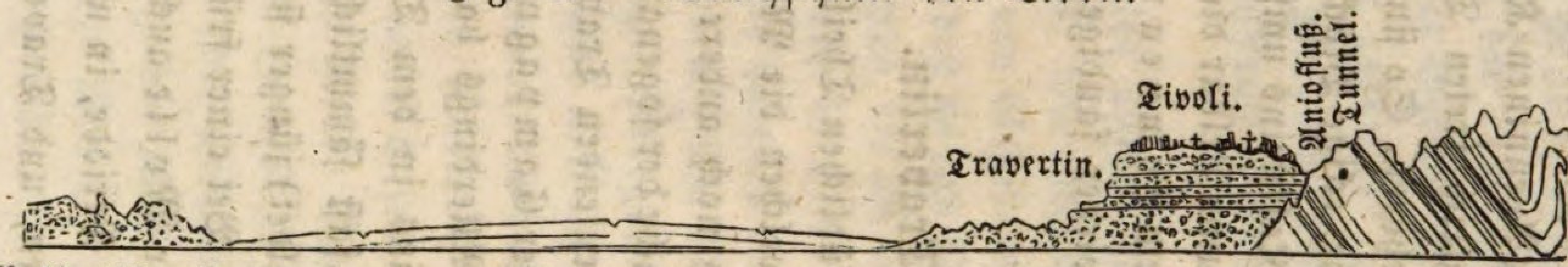
** Savi beschreibt einen Travertin in der Pitigliana in Toscana, der von vulkanischem Tuff und Peperin bedeckt wird. Solche Fälle sind indeß nur Ausnahmen, und Pilla gibt zu, daß die großen Massen alten Travertins der jüngeren pliocenen Epoche angehören. Saggio comparativo dei terreni etc. pag. 25.

Fig. 1. — Durchschnitt von Acquapendente.



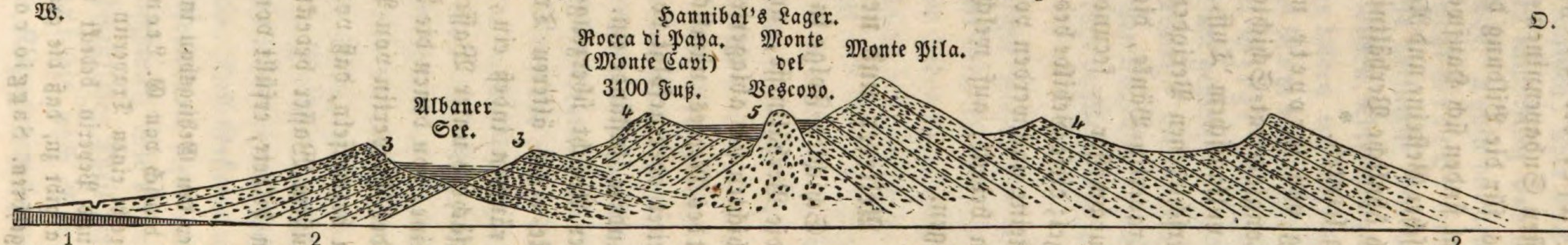
a. Subapenninischer Mergel. b. Subapenninischer Sand und Kies. c. Basalt. d. Tuff, Peperin, Puzzolan.

Fig. 2. — Durchschnitt von Tivoli.



Vulkanischer Tuff. Travertin. Vulkan. Tuff. Apenninenkalk.

Fig. 3. — Durchschnitt der Latiner Berge.

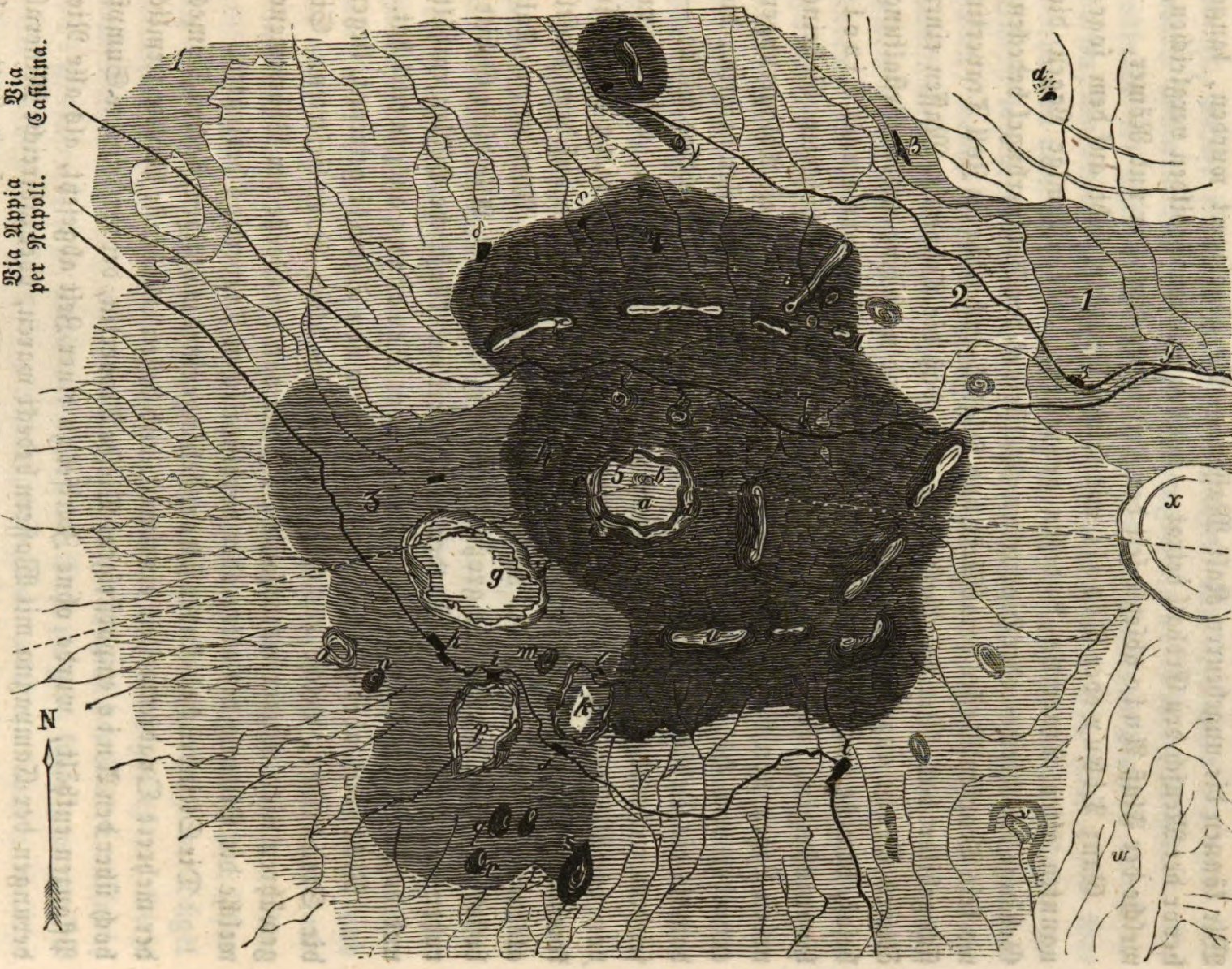


1. Subapenninische Schichte. 2. Vulkanischer Tuff der Campagna. 3. Peperin. 4. Vulkanische Schlacken. 5. Lacustrische Niederschläge.

Fig. 4. — Querschnitt von Rocca Monfina.



Fig. 5. — Karte der Latiner-Berge.



a. Hannibal's Lager.
b. Monte del Vescovo.
c. Rocca di Papa.
d. Monte Pila.
e. Monte Cavi.
f. Palazzolo.
g. Lago Albano.
h. Albano.
i. Ariccia.
j. Genzano.
k. Lago di Nemi.
l. Nemi.
m. Monte Gentile.
n. Monte Savelli.
o. Lago di Giuturna.
p. Valericcia.
q. Monte delle Torri.
r. Monte Giove.
s. Civita Lavinia.
t. Velletri.
u. Monte Artemisio.
v. Lago della Torre.
w. Giulianello.
x. Monte Fortino und Monti dei Volsci (Hippuritenkalk).
y. Val Montane.
z. Lugnano.

α. Palestrina und Monti degli Ernici (Hippuritenkalk).
β. Zagarolo.
γ. Colonna.
δ. Frascati.
ε. Tuscolo.
ζ. Monte Porzio.
η. Monte Compatri.
ϑ. Rocca Priora.
ι. Monte Algido.
κ. Laghetti.
λ. Siani della Molara.
μ. Castello del Tusculo
ν. Monte delle Tartaruge (Krater).

1. Subapenninische Schichte.
2. Vulkanischer Tuff der Campagna.
3. Peperin.
4. Vulkanische Schlacken 2c.
5. Süßwassersee-Niederschläge.

Anio und Tiber verschwunden, ein mehr oder weniger zusammenhängender Absatz von Travertin statt hatte. Um aber einen klaren Unterschied der früheren Naturkräfte bei der Travertin-Bildung unter Verhältnissen, verschieden von den jetzigen, kennen zu lernen, wollen wir uns in die Umgebungen von Tivoli versetzen. Da finden wir glücklicherweise genaue Chronometer. Wir können die ungeheuren Kalk-Massen — die abgelagert wurden, lange bevor der Mensch den Erdball betrat — mit den neueren Gebilden vergleichen, welche der Fluß Anio absetzte seit den Zeiten der Etruscer und Römer.

Ganz Tibur oder Tivoli mit seinen Tempeln steht auf dem sogenannten alten Travertin,* dessen gewundene, wellenförmige Lagen die Gehänge des Kreide- oder Hippuriten-Kalksteines der Sabinerhügel bedecken, wo kein Tropfen Wasser herabfließt und folglich auch nicht ein Zoll Travertin sich gebildet hat. Wer sich überzeugen will, daß die Travertin-Massen einer älteren Epoche angehören, in welcher das Land noch eine andere Gestaltung besaß, braucht nur den alten Weg von der Villa Adriana nach Tivoli hinanzusteigen. Hier sieht man Parthieen des dünngeschichteten Gesteins neben Lagen von Rollstücken aus älterer Periode, als diese Ablagerungen entweder von Höhen, die sie jetzt einnehmen, sich in Wasser neigten, die damals die Gehänge der Apenninen begrenzten, oder als mächtige Wälle — seitdem entfernt — Seen zu höherem Niveau aufdämmten. Steigt man von den Wällen von Tivoli zu der alten Via Tiburtina herab, so kommt man nach und nach zuerst zu Schichten von Travertin auf dem Gipfel, alsdann folgen Lagen von Rollsteinen, wesentlich aus Apenninen-Kalk bestehend, und endlich eine große Masse von Travertin. Alle diese Gebilde ruhen auf vulkanischem Tuff, der viel Leucit und künstliche Höhlen enthält, und dessen untere Abtheilung der Anio oder Teverone ausgeweitet hat.

Nicht fern, aber gänzlich von den Hügeln von Tivoli getrennt, liegen die Steinbrüche, welche das Material zu dem alten Rom lieferten. Sie gewähren nicht minder interessante Beispiele von der Größe der Phänomene, welche die Bildung des alten oder vorhistorischen Travertins bedingten.

Die Steinbrüche befinden sich am Gehänge eines mächtigen, flachen Domes, der mehrere Quadratmeilen einnimmt, und dessen erhabenste Punkte ziemlich hoch über den Anio emporsteigen. Dieser Travertin, der versteinerte Sumpf-Pflanzen enthält, wurde ohne Zweifel zu einer Zeit abgesetzt, als alle Niederungen der Campagna mit Wassern bedeckt waren, oder zahlreiche Mineral-Quellen sich in Wirksamkeit zeigten. Seine Ablagerung fand statt, als plutonische und hebende Thätigkeit an der italischen Küste begann, eine Thätigkeit, deren Resultate die geschilderten ältesten vulkanischen Gesteine

*) Siehe Fig. 2.

waren, und auf deren größte Kraft-Aeußerungen ein reichlicher Erguß von Gasen und Säuren folgte. Diese wirkten auf die Kalksteine der angrenzenden Sabiner Berge, veranlaßten die ununterbrochene und rasche Bildung alten Travertins, der ausgedehnte Strecken bedeckte. Jetzt sind die kleinen Seen der Solfatara und von Tartaro die einzigen Zeugen einer energischen Kraft, welche die weitverbreiteten Massen von Travertin erzeugte. Sie allein erklären uns die jetzige Bildungsweise in kleinem Maßstabe. Da während der historischen Aera in dem großen, niedrigen Plateau von Travertin, die beiden genannten Seen ausgenommen, kein Fluß, kein See vorhanden war, so muß die Bildung der ungeheuren Travertin-Massen am Schluß der bedeutenden untermeerischen vulkanischen Epoche stattgefunden haben, welche mit der Hebung der Campagna endigte. Wer mit Aufmerksamkeit die Gehänge der Apenninen untersucht, der wird noch viele andere Travertin-Massen von gleicher Ausdehnung wie der von Tivoli finden. So sah ich z. B. auf der Rückkehr von Neapel nördlich von Forentino den Apenninen-Kalkstein und den darüber liegenden Macigno von mächtigen Bänken eines porösen, harten, trockenen Travertins bedeckt, der sich Meilen weit in wellenförmigen Hügeln ausdehnt, und wie bei Tivoli von vulkanischem Tuff umgeben wird, der bei Val Montone die Mulde zwischen den Sabiner- und Latiums-Bergen erfüllt und an den Gehängen der letzteren zu beträchtlicher Höhe emporsteigt.

Stellen wir jenen großen Vorgängen einer früheren Zeit die Ablagerungen aus jetzigen Seen und Flüssen entgegen, so zeigt sich auf's Deutlichste der Unterschied zwischen denselben, beruhend auf den allgewaltigen Veränderungen in der physischen Geographie. Der oben erwähnte Hügelzug von Travertin zwischen den aus Apenninen-Kalkstein bestehenden Volscer- und Sabiner-Bergen wird von allen Wassern des Anio, des Tiber und der Campagna di Roma durch eine mächtige Wasserscheide aus vulkanischem Tuff getrennt. Die alten Ablagerungen von Tivoli wurden gebildet, indem der Fluß noch immer mit Kalkmasse beladen war; hier sehen wir aber keinen Fluß, keine Solfatara, keinen See, nur am Fuße der Hügel erblickt man einige schmale Bäche die dem Garigliano zufließen. Diese Travertin-Schichten wurden demnach gegen den Schluß der älteren vulkanischen Periode abgesetzt, nachdem der Tuff der Campagna schon zum großen Theil seine jetzige Gestaltung gewonnen, eine „terra firma“ und natürliche Schranken bildete.

Kehren wir aber wieder nach Tivoli zurück, um die gegenwärtigen Bildungen von Travertin mit den früheren vergleichen zu können. Wir sehen, daß aller Kalk, welchen der Fluß diesen alten Ablagerungen zugeführt hat, seit der Tempel der Vesta und die Villa des Mäcenas auf ihnen

erbaut wurden, gleichsam nur als eine Incrustation zu betrachten ist, so daß, wollten wir das Alter des früheren oder vorhistorischen Travertins nach diesem Maßstab beurtheilen, Millionen von Jahren für dessen Bildung nöthig gewesen wären. Denken wir uns aber in die Lage der Dinge, als die ganze Küstengegend der Schauplatz gewaltiger vulkanischer Phänomene war, dann vermögen wir allenfalls zu erklären, wie in verhältnißmäßig kurzem Zeitraum beträchtliche Massen von Travertin abgesetzt wurden. Und wie jetzt die Bildung des Travertins eine kaum merkbare, so ist auch die vulkanische Thätigkeit gänzlich erloschen, oder gibt sich höchstens in schwachen, unterirdischen Symptomen kund.

Lyell glaubte die ungeheure Mächtigkeit des Travertins durch dessen Bildung in einen sehr tiefen See erklären zu müssen, oder in Seen, ungefähr jenem ähnlich, der in historischer Zeit längs des oberen Laufes des Anio entstand. Ich kann indeß kaum denken, daß der See, in welchem der alte Travertin von Tivoli abgesetzt wurde, während Italien bereits von Menschen bewohnt vorhanden war, wie mein Freund aus der Entdeckung des Eindruckes eines Wagenrades in dem oberen Theile des Gesteins schließen will. Dieser Umstand dürfte eher in gewissen neueren Vorgängen bei Tivoli seine Erklärung finden, und ohne daß man den alten Travertin und die historische Zeit zusammenstellt.

Der Fluß Anio (der heutige Teverone) kam früher aus dem Abfall der Apenninen, sowohl durch einen Hauptkanal zwischen dem großen Travertin-Plateau, auf dem Tivoli (das alte Tibur) liegt, und dem angrenzenden Rücken von secundärem (Kreide-) Kalkstein, als auch durch zahlreiche unterirdische Bäche, welche durch die Höhlungen und Spalten im Travertin ihren Weg finden. Der harte, feste Kreidekalkstein auf dem rechten Ufer des Flusses hat für immer dessen Wassern einen Damm entgegengesetzt und zwang sie, sich durch den weicheren Travertin auf dem linken Ufer einen Weg zu suchen. Die natürliche Folge war, daß die auf den porösen Gesteinen erbauten Häuser häufig von periodischen Unglücksfällen heimgesucht wurden. Um diesen vorzubeugen, ließ der Ritter Bernini im siebenzehnten Jahrhundert einen neuen und geraden Kanal durch den östlichen Theil des Travertin graben, welcher die ganze Wassermasse den vielbewunderten Spalten unter dem Tempel der Vesta zuführte, von wo sie sich in Wasserfällen durch die Grotten des Neptun und der Sirenen herabstürzte. Mit der Zeit zeigte sich auch dieser Kanal — wahrscheinlich durch die immer stärker werdenden abgesetzten Kalkmassen — unwirksam, und ein hoher Wasserstand im Jahre 1826 führte großes Unglück herbei. Das Wasser, das plötzlich zu bedeutender Höhe gestiegen war und keinen Abzug fand, wurde mit solcher Heftigkeit gegen den südöstlichen Winkel der Stadt oberhalb der Brücke geschleudert, daß

ganze Felsen von Travertin zusammenstürzten und mit ihnen die Kirche von St. Lucia und 36 Häuser zerstört wurden, deren Trümmer der schäumende Wasserfall rasch mit sich fortführte. Dabei ereignete es sich, daß einige der größten Balken aus der Kirche fest in der Grotte der Sirenen stecken blieben, einer besonders haftet gleich dem Knochen im Schlund eines Thieres für ewige Zeit im Travertin, der, obwohl wenige Jahre vorher gebildet, deutlich unter einer großen Gesteinsmasse liegt, älter als die römische Aera. Wenn in künftiger Zeit der Balken aus der Kirche und manches andere Material in dem Travertin gefunden werden, so könnte man — zumal da der Lauf des Anio jetzt ein anderer — schließen, daß dieselben gleichen Alters mit dem älteren Travertin. Auf ähnliche Weise kann das von Lyell erwähnte Wagenrad in verhältnißmäßig neuerer Zeit in Vertiefungen oder Spalten eines älteren Gesteins gelangt seyn.

Ueberhaupt ist der vor wenigen Jahren gebildete Travertin nur schwer zu unterscheiden von jenem der postpliocenen Epoche. Die Profile, welche die Schichten-Enden des vulkanischen Tuffes, bedeckt von mächtigen Travertin-Bänken, in den Klippen oberhalb der Campagna di Roma entblößen, müssen uns überzeugen, daß die damalige Beschaffenheit der Gegend eine ganz andere war, als die jetzige, da ein Travertin in einem See abgesetzt werden konnte, von dem wir nur noch die westlichen Schranken sehen.*

Es ist daher kaum zu bezweifeln, daß alle die früheren vulkanischen Gesteine der Campagna di Roma und die Travertinmassen, welche deren Erguß begleiteten oder beschlossen, unterhalb der Wasser gebildet wurden. Den Meeresgeschöpfen einer früheren See wurden nach und nach Reste von Landesbewohnern beigesellt aus den angrenzenden Apenninen, die damals die einzige „terra firma" Italiens bildeten. Aus den Charakteren dieser Ueberbleibsel, sowie aus der Beschaffenheit des Travertins läßt sich schließen, daß die Wasser damals aus einem salzigen in den süßen Zustand übergingen. Diese letztere Periode war vielleicht gleichzeitig mit den jüngeren pliocenen Ablagerungen des Meeres; die außerordentlichen Veränderungen, welche seitdem in der physischen Beschaffenheit vom südlichen Italien und von Sicilien vorgingen, sind — besonders durch die Untersuchungen von Lyell — wohl bekannt.

---

* Unter Papst Gregor XVI. wurde ein wahres Meisterwerk ausgeführt, um allen ähnlichen Unglücksfällen wie im Jahr 1826 vorzubeugen. Die große Wassermasse des Anio fließt jetzt in einem prachtvollen Tunnel durch das Vorgebirge von Apenninen-Kalk, Monte Catillo genannt, das vor so vielen Jahren die Wasser auf dem Travertin-Plateau von Tivoli aufdämmte. Die Freunde einer pittoresken Natur werden freilich den Werth dieses Bauwerkes nicht schätzen, da der jetzige unbedeutende Wasserfall durch Verlust von zwei Drittheilen der Wassermenge sich mit dem früheren nicht messen kann. Die Grotten bleiben stets des Besuches werth.

Vulkanische Gebilde von Latium.

Die einzigen wahren Beweise zu Gunsten des früheren Vorhandenseyns ächter, nicht untermeerischer Vulkane im Kirchenstaate finden sich in den Bergen von Latium, südlich von Rom, wo Medici Spada und Ponzi sich von der Richtigkeit solcher Phänomene überzeugten. Bei einer genaueren Untersuchung des Ortes konnte ich die Ansicht dieser Naturforscher nicht völlig theilen; denn obwohl Gründe vorhanden, daß der mittlere Theil der Gegend ein wahrer Vulkan gewesen, so scheint es mir dennoch, daß die von den Seen von Albano und Nemi erfüllten Vertiefungen in die nämliche Kategorie gehören wie die Seen nördlich von Rom (Bolsena, Baccano u. s. w.).*

Spada und Ponzi bemerken, daß — unabhängig von ihrer mineralogischen Beschaffenheit — alle die Massen, welche von den Albaner Bergen abwärts sich neigen, den Tuff der Campagna bedeckten. Eine der bedeutendsten soll in der wohlbekannten Basalt-Gruppe von Capo di Bove endigen oder am Thurm der Cecilia Metella bei Rom; aber ich gestehe, daß ich von den Albaner Hügeln bis zu dem genannten classischen Ort auch gar nichts entdecken konnte, was einem Laven-Strom ähnlich gesehen hätte. Allerdings enthält das Gestein Melilith und Augit, Mineralien des Systems von Albano oder Latium, nebst Wollastonit und dem sogenannten Pseudo-Nephelin. Das Verfolgen solcher Lavenströme ist bekanntlich sehr schwer wegen der Erosion und den Veränderungen in der Gestaltung des Landes nach ihrem Erguß; der Wanderer merkt es, wenn er südwärts von Rom kommt, — ein Umstand, auf den mich Ponzi besonders aufmerksam machte — daß er die für die Campagna so charakteristischen wellenförmigen Erhabenheiten des Bodens verläßt, und acht oder neun Meilen von der Stadt entfernt gelangt er zu den schroffen Abhängen der Berge von Albano oder Latium. Vergleicht er den Boden, auf welchem er steht, mit jenem, welchen er verlassen, so fällt es ihm auf, daß die geneigten Massen eine gewisse Gleichheit besitzen und in der Form großer Streifen

---

* Spada und Ponzi versuchten in ihrem idealen Profil über die Lagerung der Gebirgsmassen in der Campagna mehrere Unterabtheilungen der Gesteine über den Subapenninen-Schichten. Ihre tiefsten Laven sind Trachyt und Tephrin, bedeckt von Tuffen, Schlacken, Lapilli und Puzzuolane der Campagna. Diese werden alle als submarin betrachtet; aber auf ihnen erscheinen tuffartige Meeres-Kalksteine und Travertine quaternären Alters, alsdann kommen Tephrin, Sperone, Peperin, die für nicht submarin angesehen werden, so wie die jüngere Gruppe der Tuffe, Schlacken und Lapilli der Vulkane Latiums. Auf letztere folgen noch Rückstände des Mittelmeeres und neuere Ablagerungen aus Flüssen und Sümpfen.

von einem gemeinsamen Mittelpunkt auslaufen. Lange bevor ich jedoch nach Albano oder Frascati hinanstieg, zeigte mir Ponzi hie und da einzelne Blöcke einer sehr verschiedenen Lava. Sie enthalten Augit-Krystalle, und mein Freund glaubt, die Blöcke seyen einst von einem vulkanischen Schlund in den Bergen Latiums (wie z. B. das Lager des Hannibal, von dem später die Rede) ausgeschleudert worden und an ihre gegenwärtige Stelle gelangt, zehn Meilen von dem muthmaßlichen Orte ihrer Abkunft. Bevor ich meine Schilderung der Vulkane Latiums beschließe, werde ich eine andere Erklärung über die Vertheilung der Blöcke versuchen.

Steigt man von der Campagna nach Castel Gandolfo und zum See von Albano hinan, so zeigen sich beträchtliche Ablagerungen von Peperin, in welchen außer manchen krystallisirten Substanzen, wie Leucit, größere, eckige Fragmente von Apenninen-Kalkstein — zum Theil sehr verändert — nebst Brocken älterer krystallinischer Gebilde mit Glimmer, Augit, Granat u. s. w. sich finden. Ich gestehe, daß ich keinen großen geologischen Unterschied bemerken konnte zwischen dem dichten, leucitischen Peperin, der die Höhe, auf welcher das Capuziner-Kloster, bildet, den Felsklippen um den schönen, tiefen Albaner See und den oben erwähnten Leucit-Gesteinen von Bolsena und Acquapendente; ich glaube überhaupt nicht, daß ein großer Unterschied in ihrem Alter und der Art ihres Ergusses obwaltet. Denn hier, wie bei den sogenannten parasitischen Kraterseen nördlich von Rom, erscheinen die hohen Wälle oder Ufer des Albaner See's gänzlich ungestört, ohne daß man eine Lücke oder Oeffnung bemerkte, durch welche ein Laven-Strom hätte herausfließen können. Es ist wahr, daß ungefähr eine Meile südlich von Albano, fast in gleichem Niveau mit der Stadt, wegen eines Einschnittes zur Errichtung einer Brücke, graue, leucitische Lava entblößt wurde, die ungleichförmig den gewöhnlichen rothen Tuff der Campagna bedeckt; aber eine halbe Meile weiter, bei L'Arriccia, liegen beide Gesteine gleichförmig auf einander, und die nämlichen Verhältnisse herrschen bis Velletri und Cisterna. Wenn nun der rothe Tuff, der eine untermeerische Ablagerung, als Land emporgehoben wurde, bevor Peperin und graue Lava sich auf ihn ergossen, so durfte man sicherlich irgend eine Spur, z. B. etwa Lagen mit Resten von der Erdoberfläche, zwischen den beiden Gesteinen erwarten; dies ist aber nicht der Fall, sondern das eine liegt unmittelbar auf dem andern.

Beim Hinansteigen von dem äußeren Theil des Circus, oder vom Niveau der den Albaner See umgürtenden Felsen, nach der Rocca di Papa und dem Monte Cavi — dem Culminationspunkt dieser Hügel-Gruppe, auf dem der Tempel des Jupiter Latialis stand — schien es mir, als ob bei einer kleinen Kapelle die obersten Lagen des Peperin mit

Lagen von braunrother Schlacke und von Lapilli wechsellagerten und von denselben bedeckt würden.* Noch weiter oben, an der Rocca di Papa, verschwinden alle Spuren von Peperin, und von da bis zum Gipfel des Monte Cavi, 3100 F. über dem Meere, besteht die ganze Masse aus Anhäufungen von Schlacke und Asche, welche den Umkreis der, unter dem Namen „Hannibal's Lager" (Campi d'Annibale) bekannten Vertiefung zusammensetzen. Ganz verschieden von dem darunter liegenden, unter anderen Verhältnissen gebildeten Peperin, verhalten sich jene Schlackenmassen, die keine untermeerische Abkunft verrathen. Wir werden hier an Analogieen mit der Auvergne erinnert; denn eine der Seiten des Randes, welche die Vertiefung umgeben, in der Hannibal sein Lager aufgeschlagen hatte, nämlich die nordwestliche, ist zusammengebrochen. Alle die Gesteine, welche diese halbkreisförmige Höhlung umgeben, tragen ein ächt vulkanisches Gepräge. Schlacken und Lapilli zeigen sich in dünnen Lagen, ganz verschieden von den großen Haufwerken des Albanischen Peperin; auch fehlt es nicht an Andeutungen von Laven-Strömen. Ferner beobachtete ich gewundene, fadenartige Parthieen von Schlacken, wie sie am Vesuv so häufig, sphäroidale und abgeplattete Massen. Wie an der Somma, treten in den vulkanischen Bänken Gänge auf. Wenn wir aber, nach den mineralogischen Charakteren aller dieser Gebilde urtheilend, sie mit wohlbekannten, ächten vulkanischen Erzeugnissen vergleichen wollen, so stoßen wir auf nicht geringe Schwierigkeiten. Es finden sich hier deutlich Gesteine, welche italienische Geologen als „Tephrin-Lava" bezeichnen, die Kalkspath, Gismondin, Augit enthalten, und die ich (die Mineral-Einschlüsse ausgenommen) von den Basalten von Radicofani und Acquapendente nicht unterscheiden konnte, welche letztere doch ohne Zweifel submariner Bildung sind. Ferner kommt ein grünliches, leucitisches Gestein vor mit Augit-Krystallen und Hornblende; endlich erscheint in Gestalt von Gängen und Strömen ein leichtes, poröses, Trachyt-artiges Gebilde, von den Landleuten „Asprone" genannt (Sperone der Schriftsteller), welches bei der Rocca di Papa häufig kleine Granaten enthält. Dieser „Asprone"

---

* Obwohl ich zu dem Schluß kam, daß die schlackige Lava den Peperin bedeckt, so bedürfen meine flüchtigen Untersuchungen einer nochmaligen Prüfung, bevor solche angenommen werden. Hoffmann scheint die Verhältnisse auf ähnliche Weise betrachtet zu haben, wie ich: ohne in weitere Einzelnheiten einzugehen, bemerkt er von dem Albaner Gebirge: „Dieses kleine, ganz isolirt liegende Gebirge, dessen höchster Gipfel in dem Monte Cavo zu nahe 3000 Fuß Meereshöhe aufsteigt, ist wahrscheinlich der einzige der vulkanischen Kratere des Kirchenstaates, aus dessen Mitte sich ein noch ausgebildeter, nach seinem Hervortauchen aus dem Meere thätiger, dem Vesuv ähnlicher Vulkan erhebt." S. Fr. Hoffmann, geogn. Beobachtungen auf einer Reise durch Italien und Sicilien; Karsten's Arch. XIII., S. 47.

wird in den angrenzenden Hügeln von Tusculum vielfach als Baustein gewonnen.

Was das Lager Hannibal's betrifft, so kann man, da alle die schlackigen Anhäufungen 500 bis 700 Fuß höhere Hügel als das Thal bilden, welches sie umgeben, indem ihre Schichten von demselben abwärts fallen, und endlich ein auf der nordwestlichen Seite zerbrochener Krater-Rand vorhanden ist, schließen, daß hier ein ächter Vulkan sey. Wenn dies der Fall, so muß die vulkanische Thätigkeit in sehr früher Zeit stattgefunden haben. Dafür sprechen z. B. die Sand- und Mergel-Bänke, welche den Boden der Vertiefung bedecken und Lymnea und Planorbis führen; ob lebende, ob ausgestorbene Arten, konnte ich nicht ermitteln. Wenn daher, wie es unzweifelhaft scheint, Hannibal's Lager der Krater eines wirklichen Vulkans war, so hörte dessen Wirksamkeit in sehr früher Zeit auf; die Vertiefung füllte sich in späteren Jahren mit einem See, der sich auch wieder entleerte; der Boden trocknete aus, und dies Alles fand wohl viele Jahre vor der carthagischen Invasion statt. Ein höchst merkwürdiger Charakterzug dieser Vertiefung ist, daß genau in der Mitte derselben sich ein kegelförmiger Hügel, Monti di Vescovo genannt, erhebt, aus dem nämlichen vulkanischen Material wie der umgebende Rand bestehend, dessen Fuß allenthalben gleich weit von den Wandungen des Kraters entfernt ist. *

Außer dem Haupt- oder Central-Krater, Hannibal's Lager, gibt es noch zwei andere parasitische und kleinere angrenzende; einer derselben heißt La Tartaruga, er liegt südlich, in dem Thal von La Molara, welches die Gruppe von Hannibal's Lager von den Gehängen von Tusculum im Norden trennt. Es erinnern diese kleinen Kratere sehr an jene in der Auvergne; gleich ihrem größeren Nachbar haben sie alle auf der nordwestlichen Seite einen zerbrochenen Krater-Rand. Demnach wird es wahrscheinlich, daß das nämliche vulkanische Material, welches in Hannibal's Lager und dessen parasitischen Krateren hervorbrach, auch in dem See von Regillus, bei Colonna im Norden und bei Civita Lavinia im Süden dieses Systemes sich einen Ausgang suchte.

Nachdem ich bereits erklärte, daß ich die angrenzenden Massen des Albanischen Peperin für älter halte, als die schlackigen Gebilde von Hannibal's Lager und vom Monte Cavi, sollen einige Worte die von meinen Freunden Spada und Ponzi abweichende Ansicht rechtfertigen. Die genannten Naturforscher glauben, daß der Peperin auf dem Land gebildet ward durch eine Art seitlicher Schlamm-Eruption, die aus der Seite der großen vulkanischen Oeffnung hervorkam. Sie stützen ihre Gründe auf

* Siehe Fig. 3.

die Thatsache, daß sie einige grasartige Pflanzenreste in dem Peperin fanden, deren Stängel sich gleichförmig in der Richtung eingepreßt zeigen, welche der Schlamm=Strom eingeschlagen hat; sie folgern daraus, daß der Peperin auf dem Land ergossen wurde. Aus dem Umstand, daß die Pflanzenreste nicht verkohlt, schließen sie, daß der aus dem Vulkan fließende Schlamm, obwohl heiß, keineswegs im Zustande der Schmelzung war. Auch erzählten sie mir von thierischen Gebeinen, die unter den Ruinen eines Hauses bei L'Arricia, als einen weiteren Beweis für ihre Ansicht. Indeß war letztere Thatsache keineswegs durch ihre eigene Untersuchung bestätigt. Aber wenn es auch der Fall, so ist kein so großes Gewicht darauf zu legen. Auf den nur drei bis vier Meilen entfernten Gehängen der Apenninen wuchsen schilfartige Pflanzen, welche dort lebenden Thieren zur Nahrung dienten; Pflanzen=Reste und thierische Gebeine konnten später in die, die Küste bespülenden Wasser gelangen, und zwar in einer Epoche, als diese vulkanischen Phänomene stattfanden, in Folge deren der Peperin als ein untermeerisches Erzeugniß hervorging. Es wird eine solche Vermuthung durch viele andere Erscheinungen in der Campagna bestätigt, denn es finden sich nicht allein Gebeine von Elephanten, Rhinoceros, Rennthier und anderen Vierfüßern in den subapenninischen Meeres=Ablagerungen, sondern auch in später gebildeten vulkanischen Massen und Travertinen, und keinem dieser Gesteine wird eine andere Bildungsweise zugeschrieben, als der Absatz unterhalb der Wasser, seien sie nun salzig, brackisch oder süß. Als ich die großartigen Steinbrüche von Peperin bei Marino und zwischen diesem Ort und Albano besichtigte, hegte ich nicht im Geringsten Zweifel, daß sie älter seyen, als die höheren und centralen Massen des Monte Cavi, die — wie schon bemerkt — mit Peperin wechsellagern und von demselben bedeckt werden. Wäre der Peperin als ein seitlicher Ausbruch heißen Schlammes entstanden, während der Thätigkeit des Central=Vulkans von Hannibal's Lager, und auf dem Boden hin geflossen, der damals schon seine jetzige Gestaltung angenommen hatte, so würden wir sicherlich etwas wie einen unter der Atmosphäre gebildeten Lavenstrom wahrnehmen, und das Gestein selbst würde nicht ein hartes, dichtes, sondern ein poröses, lockeres seyn. Ich konnte auch nicht den geringsten Beweis wahrnehmen, daß der Peperin von Marino verschiedenen Alters sey mit dem von Albano; ich glaube im Gegentheil, daß sie einem und dem nämlichen untermeerischen Material angehören, das ausgeworfen wurde, während der centrale Kegel und der Krater der ganzen Gruppe in die Höhe stiegen.

Nimmt man daher eine Analogie zwischen Hannibal's Lager und den ächten Vulkanen an, so muß man einräumen, daß die neuesten Auswürfe aus dem höheren Krater stammen, und die großen Massen auf der

Seite einer früheren Periode angehören und manche unter anderen Verhältnissen gebildet sind.

Die Berge Latiums als ein Ganzes betrachtet, möchte ich daher behaupten, daß die Vertiefungen an ihren Gehängen, die noch mit Wasser erfüllt, sie seyen nun trichterförmig gestaltet, wie der See von Nemi, oder elliptisch, wie jener von Albano, zum großen Theil denen von Baccano und Bolsena, nördlich von Rom, analog sind. Ich glaube, daß sie, zugleich mit den vulkanischen Massen, die ihre Ufer bilden, unter einem größeren oder geringeren Druck der Wasser sich absetzten, und niemals eigentliche vulkanische Spalten, aber Oeffnungen waren, entstanden durch aufsteigende Gase und Dämpfe, als alles vulkanische Material noch von Wassern bedeckt war. Auf der andern Seite sind, meines Erachtens, die ächte, kraterförmige Vertiefung von Hannibal's Lager und ihre parasitischen Weitungen die erhabenen Luftlöcher für das vulkanische Material, zur Zeit als der Erdboden sich hob und zum Theil aus den Wassern emporstieg und seine jetzige Gestaltung gewann. Der muthmaßliche Erfolg dieses letzten Vorganges in der Reihe von Hebungen und Ausbrüchen war, daß der Central-Vulkan die von ihm auslaufenden und abwärts fallenden, früher vorhandenen Massen emporhob, so daß er in diesem Sinn als „Erhebungs-Krater" zu betrachten ist. Noch muß ich bemerken, daß mir beim Betrachten dieses Systemes von Hügeln der Gedanke kam, wie die oberen ausgeworfenen Massen mehr die Aehnlichkeit mit erloschenen Vulkanen der Auvergne zeigen, aber nirgends so entscheidende Beweise von einer (nicht submarinen) vulkanischen Thätigkeit zu sehen sind, wie in den französischen Gegenden, die neuesten „cheires" oder „coulées" und deren unmittelbare Abstammung aus zerbrochenen Kratern. Es schien mir zuletzt, als ob die jüngsten vulkanischen Gesteine Latiums wahrscheinlich vor den letzten vulkanischen Massen der Auvergne gebildet wurden, wie z. B. der Puy de Tartaret, welchen ich gemeinschaftlich mit Lyell untersuchte und dessen jüngeres Alter so klar von meinem Freunde bewiesen wurde.* Mit anderen Worten: ich glaube, daß sie in Latium den letzten Akt einer zusammenhängenden Reihe vulkanischer Phänomene ausmachten, die beim Beginnen zum großen Theil submarin, allmählig — während der Boden emportauchte oder kurz nach seiner Hebung — jenen eigenthümlichen vermittelnden Charakter annahmen, der für die oberen ausgeworfenen Massen der Berge Latiums so bezeichnend. Ferner halte ich es für möglich, daß während der Ablagerung der alten Travertine von Tivoli, die Vulkane von Latium in das letzte Stadium ihrer Thätigkeit gelangt waren. Eine solche Ansicht wird durch die petrographische Ver-

---

* Quart. Journ. of the geol. soc. II, pag. 75.

schiedenheit der Gesteine von Latium einerseits, und der Felsenmassen der Campagna di Roma und der ciminischen Berge andererseits bestätigt. Die ersteren enthalten einige der oben angeführten Mineralien, dagegen fehlt ihnen der in nördlichen Gegenden so häufige Feldspath. Nimmt man diesen Unterschied — auf den Spada mich aufmerksam machte — hinsichtlich der ächten vulkanischen Gesteine von Hannibal's Lager, von La Tartaruga und Tusculum an, so kann er, nach meiner Meinung, nicht auf die Peperine und leucitischen Gesteine von Albano und Marino ausgedehnt werden. Mangel oder Anwesenheit eines oder mehrerer Mineralien steht hier nicht im Zusammenhang mit geologischen Phänomenen und den allgemeinen physischen Verhältnissen, welche darthun, daß die ganze Umgebung des Vulkanes von Latium während der Thätigkeit des letzteren von Wassern bedeckt war. Gerade wenn wir auf mineralogische Charaktere uns stützen, dann behaupte ich, es ist unmöglich den Peperin von Marino von dem von Albano zu trennen, oder letzteren, wenn er grobkörnig, von dem leucitischen Peperin an der Rocca Monfina, die — wie gleich gezeigt werden soll — unzweifelhaft unter Wassern gebildet ward. Ich erhielt von Spada Handstücke der sogenannten geschichteten Asche zwischen den Bänken des albanischen Peperin; ich wünsche, daß Jemand ohne Vorurtheil diese Gebilde, mit anderen von Spada als tertiäre Tuffe von Tre Fontano, mit den leichten, Krystalle glasigen Feldspathes enthaltenden Schlacken, und mit dem Bimsstein von Veji oder von anderen Orten aus der Gegend von Rom — wo gleichfalls submarine Verhältnisse obwalteten — vergleichen möge und bestimmen, ob die Peperine aus der ciminischen, oder die aus der Gegend Latiums, mehr den Charakter besitzen, als seyen sie oberhalb der Wasser gebildet.

Daß alle die Eruptionen, selbst jene in Latium, vor der Austrocknung und Hebung der „quaternären" Ablagerungen italienischer Geologen, welche sich an den Küsten des Kirchenstaates hinziehen, stattfanden, geht deutlich aus der Entdeckung hervor, daß der sehr poröse Travertin, genannt „Macco", von Porto d'Anzo * Bruchstücke von Gesteinen enthält, welche — wie ich oben zeigte — zu den jüngsten vulkanischen Erzeugnissen Latiums gehören; außerdem finden sich in demselben, nebst Leucit, Krystalle von Augit und Olivin — Mineralien, die zuerst in den vulkanischen Erzeugnissen jener Zeit vorkommen und in den älteren vulkanischen Massen und Tuffen der Campagna fehlen. Nun liegt Porto d'Anzo, das alte Antium,

* Nach der Angabe von Ponzi. Die „quaternären" Ablagerungen sollen, wie Einige annehmen, seit Italien von Menschen bewohnt ist, entstanden seyn; indeß fehlt es an Beweisen.

ungefähr fünfundzwanzig Meilen von Hannibal's Lager entfernt, und da man von einem so kleinen Vulkan nicht erwarten darf, daß er Massen weiter schleudere, als der Vesuv, so darf man mit vollem Recht schließen, daß zur Zeit der Thätigkeit des Vulkans von Latium dieser bis an seinen Umfang von Wassern bedeckt war. Wir finden alsdann keine Schwierigkeit in der Annahme, daß das fragliche Material nach Porto d'Anzo gelangte, dort einen Theil der Ablagerungen des Mittelmeeres bildete, die später gehobenen Küsten des „Macco." Auf gleiche Weise möchte ich den Transport der großen Blöcke vulkanischer Gesteine von Latium in die Nähe von Rom erklären. Jedenfalls beweisen die Thatsachen von Porto d'Anzo, daß die Verhältnisse von Land und Wasser seit der Thätigkeit der jüngsten Vulkane Latiums große Veränderungen erlitten haben; die wahre vulkanische Wirksamkeit scheint auf die engen Grenzen beschränkt gewesen zu seyn, welche ich andeutete. *

Rocca Monfina.

Ich will nun einige Worte über jenen merkwürdigen vulkanischen Landstrich im Königreich Neapel, genannt Rocca Monfina, sagen, der bereits von früheren Schriftstellern ** geschildert wurde, und dessen Verhältnisse neuerdings Horner erörterte.

* Erst später erfuhr ich, daß J. Forbes im Januar einen Aufsatz über die Vulkane Latiums vortrug; seine Ansicht weicht von der meinigen hinsichtlich des Ursprungs des Albaner See's und seines Peperins ab und neigt sich mehr der von Spada und Ponzi zu. Ich verweise den Leser auf den zu erwartenden Aufsatz — von welchem ich nur einen Auszug gesehen — des Prof. Forbes, der sich ausführlicher mit den Gesteinen der Albaner Berge beschäftigte, wie ich. Er nimmt an, daß das Land bereits mit Vegetation bedeckt war, als schreckliche Ausbrüche die Vertiefungen von Albano und Nemi öffneten, und daß Schlamm-Eruptionen von seitlichen Schlünden statt hatten, als der Boden bereits seine jetzige Gestalt annahm, wie bei Marino. Er scheint drei Perioden des Absatzes von Peperin und Lava aufzustellen, alle nicht untermeerisch. Ich kann, aus oben angegebenen Gründen, ihm nicht beipflichten. Daß die tiefen Seen von Albano und Nemi, mit ihren hohen, festen Klippen und unversehrten Rändern ächte (nicht untermeerische) Vulkane gewesen seyn sollen, vermag ich mir nicht zu denken; eben so wenig begreife ich, wie die ungeheueren Massen von Peperin — wie sie in den Steinbrüchen von Marino zu sehen — von der äußersten und niederen Seite einer vulkanischen Gruppe stammen sollen, die — wie Ponzi, Spada und Forbes annehmen, und wahrscheinlich zu gleicher Zeit — in dem großen, centralen Krater von Hannibal's Lager einen ungestörten, freien Kanal hatte. Ungern trete ich in dieser Beziehung der Meinung meiner Freunde entgegen. Daß die Vulkane Latiums ächte, keine untermeerische seyen, stimmen wir alle überein.

** Breislak, Voyages phys. et lithol. dans la Campanie, 1801. — Abich, über die Natur und den Zusammenhang der vulkanischen Bildungen, 1841. —

Diese Gegend, deren innerer Theil wie Daubeny gezeigt hat, den kriegerischen Auruncern gleichsam als Festung diente, lange bevor Rom auf dem Gipfel seiner Größe stand, liegt zwischen Sessa im Westen und Teano, und hat seinen gegenwärtigen Namen von einer hohen Trachyt-Masse, Monte della Croce genannt, die sich inmitten einer großen, kraterartigen Vertiefung bis zu ungefähr 3300 Fuß über das Meer erhebt. Sie wird von den angrenzenden Niederungen oder Buchten des Apenninen-Kalksteines abgeschlossen durch einen mehr oder weniger kreisförmigen Ring verschiedener Anhöhen, deren erhabenste, Monte Cortinella genannt, an Höhe dem centralen Berg fast gleichkommt; die übrigen steigen im Durchschnitt etwa zu 300 bis 400′ über das Land empor. Sie bilden einen die kreisförmige Vertiefung umgebenden Kranz, aus deren Mitte sich der oben erwähnte Trachytberg erhebt, und bestehen vorzugsweise aus Tuff, schlackigen Gesteinen, aus Peperin und Bimsstein- oder Traß-artigen Massen, deren Schichten sich nach allen Seiten hin, gleichsam wie von einem gemeinsamen Mittelpunkt aus, der Umgegend zuneigen. In der ganzen Anordnung, selbst in dem Kegel in der Mitte, gleicht die Rocca Monfina vollkommen dem Lager Hannibal's in den Bergen Latiums; eine nähere Untersuchung ergibt aber große Verschiedenheiten. Während an dem letztgenannten Ort der mittlere Kegel und die umgebenden Massen ganz aus dem nämlichen Material bestehen, zeigen in der Rocca Monfina Centrum und Kreis sich wesentlich verschieden, so daß man auch auf eine verschiedene Bildungs-Weise schließen muß.

Pilla bemerkte, daß der Culminations-Punkt der mittleren Masse von Trachyt, an der Rocca, genau von allen anderen Theilen seiner Umgebung entfernt ist;* aber er erwähnte nicht, auch finde ich es bei keinem andern Schriftsteller, daß nämlich einzelne kleine Trachyt-Kuppen zwischen der Hauptmasse und dem umgebenden Rand hervorragen. Dies zeigt sich zumal deutlich südlich von dem kleinen Dorfe Casa Fredda, wo ein Trachyt-Berg, ungefähr eine halbe Meile von dem Gehänge der Hauptmasse sich erhebt, folglich näher der umgebenden Hügelreihe.

Pilla, Annales des Mines, 1841, und Saggio Comparativo, 1845. — Daubeny, Trans. of the Ashmolean soc. Oxford, 1846, und new Edinb. phil. journ. XII, pag. 213. Ich besuchte die Rocca Monfina von St. Agata und Sessa aus im Februar 1848 und kam im folgenden Monat auf meiner Rückkehr von Neapel nach Rom an ihrem östlichen Gehänge vorbei.

* Vielleicht meinte Pilla einen Theil des unter dem Namen Cortinella bekannten Randes, der einen gleich weit von dem Gipfel des Monte della Croce entfernten Bogen beschreibt. Gewöhnlich nimmt man eine andere Erklärung an.

Der Durchmesser der kraterförmigen Vertiefung beträgt etwa zwei und eine halbe Meile; das Profil gibt einen ungefähren Begriff der Verhältnisse. * Wenn auch, wie Pilla annimmt, der Gipfel des Monte della Croce gleich weit von jedem Theile des unter dem Namen Cortinella bekannten Randes entfernt ist, so liegt der Mittelpunkt der Trachytmasse fast noch einmal so weit von den weniger erhabenen Segmenten des Randes südlich und östlich vom Dorfe Rocca Monfina; wir müssen daher auf das Vorkommen von anstehendem Trachyt in dem dazwischen befindlichen Thal (dessen ich erwähnte) einiges Gewicht legen, da es uns leicht zu theoretischen Schlüssen führt. Zu gleicher Zeit kann man sich vom geographischen Beweis überzeugen, daß der Trachyt-Berg nicht in der Mitte des Kraters liegt: man braucht nur, von Sessa nach Rocca Monfina kommend, an einem Wasser im Westen hinanzusteigen, durch welches einige Mühlen getrieben werden; ist man durch eine Schlucht in den vulkanischen Kranz gelangt, dann kann man den Krater genau von S. S. W. nach N. N. W. durchwandern, ohne die steile südliche Seite des Monte della Croce zu berühren, die eine halbe Meile entfernt zur Linken liegt.

Das den centralen Kegel vom Monte della Croce zusammensetzende Gestein bietet einen schroffen Contrast gegen die den Krater umgebenden Felsmassen, welche den nachbarlichen Niederungen zugeneigt sind. Wer mit den Uebergängen zwischen submarinen vulkanischen Gesteinen und solchen, die innerhalb der Atmosphäre entstanden, nicht vertraut, dem würde es schwer fallen, manche dieser Massen, die nach Torro di Sessa und Sessa hin einfallen (namentlich schlackige Gebilde und Lapilli) von neueren Erzeugnissen des Vesuvs zu unterscheiden; bei sorgfältiger Betrachtung wird man aber bemerken, wie solche Felsarten allmählig in harte, leucitische Gesteine und Peperine (vielfach als Mühlsteine benutzt) und in Mandelsteine übergehen und mit solchen wechsellagern, die keineswegs neueren Producten des neapolitanischen Vulkans gleichen. ** Die Unterschiede zwischen den äußeren Gebilden der Rocca Monfina und den neueren Producten des Vesuv zeigen sich auf's Deutlichste in dem Leucit; in jenen, älteren Gesteinen kommt er in Krystallen von zwei und einem halben bis drei Zoll Größe vor; die vom Vesuv ausgeschleuderten besitzen kaum den Durchmesser einer Erbse. Statt ächten Bimssteines trifft man ungeheuere

* Siehe Fig. 4.

** Ueber die Anordnung der vulkanischen Auswürfe, kann ich nicht als eine allgemeine Regel mit Daubeny annehmen, daß die leucitische Lava den Traß und Tuff bedeckt; denn in den Schluchten oberhalb Torro di Sessa beobachtete ich zahlreiche Wechsellagerungen und Uebergänge dieser Gesteine.

Haufwerke eines weißen, feldspathigen, von Wassern abgesetzten Trasses, von welchem die Fiume Bianca und anderen Flüßchen eine so milchige Farbe und nachtheiligen Einfluß auf die Gesundheits=Verhältnisse der Umwohner erlangen, daß es nöthig wurde, reine Wasser durch einen Kanal aus dem harten Trachyt nach Sessa zu leiten. Unabhängig von der Verschiedenheit zwischen den Gesteinen im Innern des Kraters und jenen, die den Rand bilden, deutet diese Thatsache allein schon auf einen Unterschied hin.

Daubeny, welcher mit Abich und Pilla die Theorie der Erhebungs=Kratere auf die Rocca Monfina ausdehnt, und den mittleren Trachyt=Kegel von den äußeren Anhäufungen trennt, sagt: „Eine kegelförmige Masse von solchem Umfang, wie die aus dem Krater hervorragende, konnte in die Stellung, welche sie einnimmt, nur dadurch gelangen, indem sie plötzlich aus dem Erdinnern in halbflüssigem oder teigartigem Zustand, aber keineswegs in einem feurig=flüssigen, emporgetrieben wurde.“ Indem er über die Wirkung der Hebung des Trachytes spricht, bemerkt er: „Wir haben es demnach mit einer Kraft zu thun, welche nicht allein die umgebenden Tuff=Schichten zu heben im Stande war, sondern solche in der That heben mußte, wenn dieselben zur Zeit der Eruption in horizontaler Lage abgesetzt waren, und anzunehmen, daß der Tuff durch allmählige Auswürfe losen Materials gebildet wurde, bevor der Trachyt=Kegel emporstieg, hieß die Höhe, bis zu welcher der Tuff reicht, die geneigten Winkel seiner Schichten ganz außer Augen setzen.“ Nach meiner Meinung sprechen alle Verhältnisse zu Gunsten des Schlusses, daß der centrale Kegel von höherem Alter, ursprünglich unter anderen Umständen gebildet wurde, als die ihn umgebenden Tuff= und Schlacken=Massen. Abich beschreibt das Gestein als „Trachy=Dolerit,“ als eine Art Mittelglied zwischen Trachyt und Grünstein, das viel grünen Augit und braunen Glimmer enthält; an Ort und Stelle konnte ich mich, bei Betrachtung der petrographischen Beschaffenheit allein, des Gedankens nicht erwehren, daß der centrale Trachyt das älteste Gestein. Manchmal gleicht es sogar einem alten Porphyr. Selbst Daubeny führt Einiges zu Gunsten meiner Meinung an. „Die Außenfläche des Kegels“ — sagt er — „zeigt keineswegs das Rauhe, Zackige vulkanischer Gesteine; er ist vielmehr vollständig mit einer reichen Vegetation bekleidet, daß man — deutete nicht das Amphitheater der umgebenden Hügel, die kreisförmige Vertiefung darauf hin — nicht im Geringsten hier den Schauplatz vulkanischer Phänomene zu sehen glaubte.“

Der Geolog, welcher seine Folgerungen über das relative Alter des Trachytes der Rocca Monfina ziehen will, sollte sich nothwendig durch analoge Verhältnisse in dem Kirchenstaate, in Toscana und auf den Ponza=

Inseln leiten lassen; auch wurde genug über die Gegend von Viterbo gesagt, daß dort die trachytischen Gesteine als die ältesten aller vulkanischen Erzeugnisse anzusehen sind. Der Schluß von Daubeny, daß Trachyt das jüngste Gebilde der Rocca Monfina sey, überraschte mich um so mehr, da derselbe auf die innigen Beziehungen zwischen Graniten und Trachyten und auf deren größeren Unterschied von neueren, sogenannten atmosphärischen Vulkanen aufmerksam machte. Er wies Reihen von Uebergängen nach, wie ursprünglicher Granit in Trachyt und später in verschiedene Arten von Lava umgewandelt wurde, wie sie die neueren Vulkane charakterisirt. Aber wenn wir alle Analogieen, selbst in Italien, bei Seite setzen, scheint die Annahme der Hypothese feindlich, daß der trachytische Dom der Rocca Monfina zu seiner jetzigen Höhe emporgehoben wurde nach Ablagerung der ihn umgebenden Laven und Schlacken-Massen.

L. v. Buch und A. v. Humboldt bemerken bei Gelegenheit, wo von den Verhältnissen zwischen Trachyten und Basalten die Rede, daß oft in Europa, besonders aber in Süd-Amerika der Basalt über dem Trachyt seine Stelle einnehme. „Bald erheben sich Hügel säulenförmig abgesonderten Basaltes aus dem Trachyt-Gebiet, bald erscheint dasselbe gefurcht und überdeckt mit Basalt-Strömen, die häufig unterbrochen sind, oder stufenartige Absätze, auch Plateaus bilden.“ * Nach Brongniart spielt Trachyt unter den vulkanischen Gebilden eine ähnliche Rolle, wie Granit unter plutonischen; es ist ihm oft große Ausdehnung eigen. **

Indem Pilla die Trachyte für jünger als Serpentine, und älter als alle sogenannten atmosphärischen Vulkane ansieht, stimmt er mit sämmtlichen Geologen Italiens überein. *** Auch faßt er den Trachyt vom Monte Amiata und den grauen Basalt von Radicofani unter dem Ausdruck „piroidi“ (d. h. „Feuer-Gebilde“) zusammen und trennt sie vollkommen von den vulkanischen Gesteinen. † Ich zweifle keineswegs, daß Trachyte in verschiedenen Epochen emporgetrieben wurden; denn La Marmora zeigte, daß der sardinische Trachyt vor Ablagerung der subapenninischen Schichten heraufstieg. Andere Trachyte, wie in den Euganeen, im Kirchenstaate, auf den Ponza-Inseln, sind jünger und wohl gleichen Alters mit den jüngeren Graniten von Elba; der Trachyt von Ischia wechsellagert mit Schichten, die Arten noch lebender Meeres-Muscheln führen. Hinsichtlich

---

* A. v. Humboldt, über die Lagerung der Gebirgsarten, deutsch bearbeitet von C. v. Leonhard, S. 352.

** Al. Brongniart, classification des roches, pag. 116.

*** Trattato di Geologia, pag. 13.

† Richezza minerale della Toscana, pag. 151.

der Rocca Monfina glaubt Pilla, daß das vulkanische Material während der von ihm als „alt alluvialen" (Drift- oder diluvialen) bezeichneten Periode abgesetzt und wieder durch Wasser regenerirt oder nach anderen Orten fortgeführt wurde. *

Meine feste Ueberzeugung bleibt daher, daß der Trachyt der Rocca Monfina das älteste Gestein der Gegend, und unter anderen Verhältnissen gebildet wurde, als die ihn umgebenden vulkanischen Schichten, und unter größerem Druck. Aber wann fand dieß statt? Selbst wenn auch die analogen Verhältnisse in dem Kirchenstaate fehlten, würde ich mich dennoch nicht zur Annahme verstehen können, daß das Gestein unter den nämlichen Verhältnissen gebildet sey, wie das umgebende lose Material.

So sehr ich die Mittheilungen und Ansichten von Poulett Scrope** über die ächten Vulkane der Auvergne schätze, sehe ich doch keinen guten Grund, warum der Mont Dore unter der Atmosphäre gebildet seyn soll, oder unter denselben Bedingungen, wie die umgebenden, niedrigen Kratere. Die Trachyte und Domite jener Gegend gehören zu den ältesten Gesteinen längs des ganzen Streifens eruptiver Thätigkeit, sie waren lange vor den wahren Vulkanen vorhanden. Sie mögen entstanden seyn, ehe das Land von den großen Seen bedeckt wurde, an denen es reich war. Die Trachyte der Rheinlande, des Siebengebirges, von Ungarn, der Ponza-Eilande — die Poulett Scrope so schön schilderte — wie die in dem Kirchenstaate und endlich die von Ischia — man mag sie nun nach ihrer petrographischen Beschaffenheit, nach der Rolle, welche sie spielten, oder nach ihren physischen Umrissen beurtheilen — alle wurden nach meiner Ueberzeugung unter Wassern gebildet. Sie sind gleichsam ein verknüpfendes Band zwischen plutonischen und vulkanischen Felsmassen; ihre Ablagerung fand unter Druck und in größerer Tiefe, sey es unter Wassern oder unter anderem vulkanischem Material, statt, und bisweilen wurden sie später zu ihrer gegenwärtigen Lage emporgehoben. Bei dieser Gelegenheit möge des regelmäßigen Central-Kegels des Puy de Chopine, den Scrope so glücklich beschrieb, gedacht werden. Hier, wie bei der Rocca Monfina, war der centrale Trachyt-Kegel ohne Zweifel das Resultat der letzten großen Eruption. Was die Auvergne betrifft, so haben wir nur anzunehmen, daß — vielleicht selbst als das Land schon trocken — die Schmelzung des Trachytes in einiger Tiefe vor sich ging, derselbe bei den letzten Eruptions-Erscheinungen emporge-

---

* Vergl. Saggio comparativo, pag. 10. (Pisa, 1845) und „Osservazioni geognostiche sulla parte settentrionale della Campania," Annali civili delle due Sicilie, Fasc. VI.

** Volcanos of Central-France, pag. 58.

hoben wurde, und das darüber liegende Material, welches in kleinen Krateren Oeffnung fand, ward emporgeworfen, um den Kegel mantelförmig zu umgeben.

Doch zu Italien zurück. Im nördlichen Theil des Kirchenstaates läßt uns die Lagerungsweise mit Pareto schließen, daß Trachyt das älteste der submarinen vulkanischen Erzeugnisse ist, und später von den ausgeschleuderten Massen bedeckt wurde; da aber von der Rocca Monfina gute Gründe vorhanden sind — wie die Entdeckungen anderer hervorragender Kuppen zeigt — daß der Kegel sich weiter nach unten ausdehnt, um eine weite Basis einzunehmen, dann würde er auch den Raum der ganzen kraterförmigen Vertiefung erfüllen, und wir vermögen uns nicht die Quelle der muthmaßlich ausgeschleuderten schlackigen Massen, besonders der hohen Cortinella, zu erklären. Mit anderen Worten: die Oeffnung wäre durch den Erguß, durch das Aufsteigen des Trachytes verstopft worden.

Angenommen, daß die Hebung die letzte Verrichtung war, daß der Trachyt so aufgetrieben wurde, um immer mehr in die Höhe zu steigen und die Neigung der ihn umgebenden schlackigen Ablagerungen zu vermehren, dann muß er in einem festen Zustand gewesen seyn. Ich zweifle nicht, daß das herumliegende lose Material aus einem großen Krater kurz vor dem Aufsteigen des Trachytes aus der nämlichen Spalte emporgeschleudert wurde. Die Schichten dieser losen Ablagerungen waren vielleicht zuerst unter einem Winkel von 8° oder 10° geneigt, der später bis zu 20° und 30° wuchs, wie wir jetzt sehen.

Hinsichtlich der Abwesenheit von Querbrüchen — worauf Horner mit Scharfsinn aufmerksam machte * — kann ich nur bemerken, daß ich die Gegend nicht genau genug untersucht habe, um zu entscheiden, ob in dem umgebenden Rand ein Bruch vorhanden, der vielleicht durch das Aufsteigen der mittleren Trachyt-Masse vergrößert, wenn nicht bedingt worden wäre; besonders wenn wir voraussetzen, daß die heraufdringende Masse von kegelförmiger Gestalt an Umfang nach unten in dem Grade zunahm, daß sie den ganzen Raum eines vormaligen, großen submarinen Kraters verstopfte. Wenn auch meistentheils die Furchen auf der Außenfläche der den Krater umgebenden vulkanischen Ablagerung das Ergebniß einer tausendjährigen atmosphärischen Einwirkung sind, so läßt sich doch in der tiefen und steilen Schlucht auf der südwestlichen Seite oberhalb Sessa, welche hauptsächlich den Wassern zum Ablauf dient, eine ursprüngliche Spalte von einer früheren Spannung oder von Bruch herrührend, nicht verkennen. Weder die erwähnte Schlucht, noch irgend eine andere Oeffnung hat auch nur eine

* Quart. Journ. of the geol. soc. III. LXXXIV.

Spur eines Lavenstromes aufzuweisen. Die östliche Seite wird durch eine breite, allgemeine Senkung des Randes bezeichnet, durch welche sich vielleicht der Krater mit einer allmähligen und wellenförmigen Neigung in das Teano-Thal senkte. Aber auch hier sucht man vergebens nach der Spur eines Lavenstromes, während der ganze Charakter der kleinen Kuppen und der Tuff-Schichten auf's Deutlichste einen Absatz derselben unterhalb der Wasser verrathen. Meine Ansicht ist daher: die äußeren Tuff-Ablagerungen der Rocca Monfina wurden ergossen von einem großen, submarinen Krater und unter einer gewissen gemeinschaftlichen Neigung abgesetzt; manche erlangten dadurch, daß sie in die Höhe geworfen wurden, ein gewisses atmosphärisches Ansehen, bevor sie in das Meer zurückfielen; später wurde die Wirksamkeit dieser großen untermeerischen Spalte — noch bevor das Land seine jetzige Gestaltung anzunehmen begann — vernichtet durch das Aufsteigen eines festen Trachyt-Kernes, der sich entweder kurz vorher gebildet hatte, oder sich in gewisser Tiefe noch in halbflüssigem, teigartigem Zustand befand. Ich glaube, daß dieser Trachyt aus dem nämlichen vulkanischen Schlund hervorging, der entweder kurz vorher thätig war, oder sich in größerer Tiefe noch wirksam zeigte, und zwar unter dem Druck des Wassers, oder der darüber liegenden vulkanischen Massen. Mit kurzen Worten: die Rocca Monfina unterscheidet sich von den Gebilden um Viterbo dadurch, daß der Trachyt in die Mitte eines Kraters getrieben wurde, während dieses Gestein an den anderen Orten mehr einen großen seitlichen Anhang, eine Art von Rückgrat ausmacht, dessen Entstehung offenbar viel früher stattfand, oder welches durch ein späteres Hervorstoßen aus einem tiefer gelegenen Centrum bedingt wurde.

Indem wir eine solche Bildungsweise anzunehmen geneigt sind, dürfen wir keineswegs die für atmosphärische Vulkane so charakteristische Spalte und den von ihr ausgehenden Lavenstrom erwarten, hingegen können wir eine, durch allmählige Einwirkung der Wasser zerstörte Kraterwand erwarten, ferner verschiedene Arten von Schlacken, Asche, Lapilli und Bimsstein, wie sie bei der Entstehung der Grahams-Insel ausgeschleudert wurden. Und gerade diese Reihenfolge des Materials ist, so viel ich urtheilen kann, an der Rocca Monfina zu beobachten; die äußersten Falten ihres vulkanischen Systemes sind die am meisten schlackigen und vulkanischen, während der centrale Trachyt-Dom das Gepräge eines vollkommen festen, dichten, unter beträchtlichem Druck gebildeten plutonischen Gesteins trägt. *

* P. v. Tchichatcheff gibt in seiner geognostischen Skizze des Königreiches Neapel folgende Reihe (in ansteigender Ordnung) für die Bildung vulkanischer Massen jener Gegenden: 1) Monte Gargano und die Eruptionen längs der adriatischen

Indem wir uns bemühen, das Alter dieser vulkanischen Phänomene zu bestimmen, fehlt es uns leider an jedem sicheren Merkmal; denn die Thäler des Garigliano im Westen, die des Teano im Osten, welche an die Rocca Monfina grenzen, enthalten, so viel mir bekannt, keine Ablagerungen mit Resten von Meeresthieren. Aber nach Analogieen zu schließen und aus der bis in die Phlegräischen Felder fortgesetzten wellenförmigen Gestalt dieser Gegend, hege ich keinen Zweifel, daß alle die nachbarlichen Tuff-Ablagerungen gleichen Alters. Da über das Alter des sogenannten feldspathigen Tuffes der Phlegräischen Felder auch schwer ein Urtheil zu fällen, so mache ich noch auf einen Punkt aufmerksam, daß nämlich in allgemeinem Sinne die ganze Gegend zwischen dem Meerbusen von Neapel und der Rocca Monfina auf einem Raum von mehr denn dreißig Meilen, in den Thälern des Apenninen-Kalksteines, im Osten und Westen unseres Vulkans mit älteren vulkanischen oder alten Alluvial-Ablagerungen bedeckt ist, die nach den Ansichten der meisten Naturforscher unter Wassern abgesetzt wurden, gleich jenen der Campagna di Roma. Einige derselben, welche drei Seiten der Höhe von Rocca Monfina bedecken, sind offenbar jünger. *

Linie; 2) Vultur-Berg; 3) Phlegräische Felder; 4) Rocca Monfina; 5) Vesuv; 6) Monte Nuovo. (Vergl. Coup d'oeil sur la constitution géologique des provinces méridionales de Royaume de Naples; 1842, pag. 171.) Eine genauere Untersuchung dürfte meinen russischen Freund auf andere Schlüsse bringen. Er vergleicht die vulkanischen Schichten an der Rocca Monfina mit jenen am Vesuv und hält die einen für die unmittelbaren Vorläufer der anderen; den centralen Dom von Rocca Monfina scheint er nie gesehen zu haben; denn er gibt zu, daß der Trachyt das älteste aller vulkanischen Producte Neapel's sey. Die Täuschung Breislak's, welcher glaubte, daß römische Gebäude unter dem Tuff von Sessa gefunden worden seyen, der Irrthum Pilla's, man habe Meeresmuscheln am Kegel von Rocca Monfina entdeckt, sind längst nachgewiesen.

* Ein Brief des ausgezeichneten Naturforschers Scacchi in Neapel unterrichtet mich, daß er neuerdings seine Ansichten über Ursprung und Bildung der Tuffe in der Campagna sehr erweiterte. Er versichert, daß ohne allen Zweifel dieselben jünger seyen, als die ausgeworfenen Massen der Rocca Monfina. Obgleich keine unmittelbaren Beweise für die submarine Entstehungsweise der Rocca Monfina vorhanden, pflichtet Scacchi mir doch hinsichtlich des höheren Alters vom Trachyt des Monte della Croce bei, der eine große vulkanische Spalte verstopfte, deren Material ausgeschleudert wurde, bevor die feldspathigen Tuffe der Campagna sich absetzten. Was einige vulkanische Schichten um den Trachyt der Rocca Monfina betrifft, so glaubt Scacchi, daß getrennte Ausbruchs-Spalten vorhanden waren, die vielleicht in keiner Beziehung zum Hauptkrater standen. Sämmtlicher Trachyt auf Ischia wurde, wie er meint, unter submarinen Ver-

Wir vermögen die Hebungs-Periode gewisser neapolitanischer Tuffe in der Nähe des Meeres nicht durch Untersuchung der mit ihnen wechsellagernden Meeres-Ablagerungen zu bestimmen, selbst solcher, die Muscheln identisch mit noch im Mittelmeer lebenden enthalten. Bei einer früheren Gelegenheit * habe ich gezeigt, daß noch lebende Meeres-Muscheln von jetzt ausgestorbenen auf dem Lande lebenden Arten vorhanden waren. Wenn wir also schon bei einem solchen Vergleich der Verhältnisse früherer Epochen mit unserer jetzigen historischen Aera straucheln, wie viel mehr würde dies noch der Fall seyn, wenn wir alle die verschiedenen untermeerischen vulkanischen Phänomene in den Phlegräischen Feldern und in der Campagna nur auf einige wenige Meeres-Muscheln gestützt, den Erscheinungen der gegenwärtigen Vulkane gegenüberstellen wollen.

Schluß.

Die von mir entwickelten Ansichten über Ursprung und jetzige Gestalt des vulkanischen Districtes von Rócca Monfina, werden weder Diejenigen befriedigen, welche behaupten, er sey ein Erhebungs-Krater, noch Solche, die seine Verhältnisse durch analoge neuerer Vulkane erklären wollen. Ich kann nicht annehmen, daß in diesem Fall einst horizontale Tuff-Ablagerungen durch das plötzliche Hervorbrechen eines Trachyt-Domes in hoch geneigte Stellung geriethen; denn ich glaube nicht, daß es jemals ein ächter (nicht submariner) Vulkan. In den Bergen von Albano oder Latium — wenn meine Meinung über die Reihenfolge der dortigen Eruptionen richtig — war die Bildung eines atmosphärischen Kegels und Kraters vielleicht, als die letzte vulkanische Katastrophe in der Gegend, im Stande die älteren, untermeerischen Ablagerungen in die Höhe zu heben, so, daß ihre Schichten ein mehr oder weniger excentrisches Fallen erlangten. In solchen Theilen der cimischen Berge, wo keine centralen Trachyte, wie an der Rocca Monfina, keine ächten, centralen, jüngeren Vulkane, wie in Hannibal's Lager, sehe ich keine Gründe von Bedeutung gegen die Annahme: daß einige der, die Seen von Bolsena, Baccano u. s. w. umgebenden geschichteten vulkanischen Ablagerungen aus diesen Schlünden

---

hältnissen gebildet, da derselbe bis zu einer Meereshöhe von 1500 Fuß mit Muscheln führenden Schichten wechsellagert die Kratere, welche das Material zu den Phlegräischen Feldern lieferten, entstanden unter dem Meere, die sie begleitenden Kegel jedoch unter der Atmosphäre, und die weit von allen Ausbruchs-Spalten entfernten feldspathigen Tuffe der Campagna wurden nicht unter dem Meere, sondern auf Gerölle-Schichten von Flüssen nach dem theilweisen Steigen des Landes abgesetzt.

* Ueber den Gebirgsbau in den Alpen, u. s. w. S. 84.

ausgeworfen und unter niederem Stand brackischer oder sumpfiger Wasser abgesetzt wurden. Auf der anderen Seite finde ich keine genügenden Gründe zu zweifeln, daß spätere Eruptions-Versuche, sie mögen von der Hebung fester Gesteine begleitet gewesen seyn oder nicht, von dem nämlichen Mittelpunkt aus wirkten, um die umgebenden geschichteten Anhäufungen noch mehr zu heben. Wenn wir läugnen, daß das Einfallen geschichteter Massen nach allen Seiten hin von Hebungs- oder Ausbruchs-Phänomenen herrühre und dies auf schlackige und tuffartige submarine Auswürfe anwenden, einzig, weil letztere aus vulkanischen Spalten ausgeschleudert wurden, dann wären wir auch gezwungen, zuzugeben, daß die Bildung von Domen, von Erhebungs-Thälern u. s. w. bei sedimentären Ablagerungen nicht durch den Einfluß des Feuers und begleitender Gase entstanden seyen. Allerdings können solche submarine vulkanische Ablagerungen weit, hunderte von Meilen von dem Orte ihres Auswurfs entfernt seyn; denn — wer will den Raum schätzen, über den Wasserströme leichte schlackige, vulkanische Auswürflinge fortzuführen vermögen?

Wenn man die bedeutendsten Erhebungs-Thäler in Großbritannien, z. B. jene in den Woolhope und Dudley-Bergen betrachtet, und sieht, wie die Kalkstein-Schichten in diesen ausgezeichneten Ellipsen um so mehr von Querspalten durchzogen sind, je stärker sie gepreßt wurden; wenn man ferner bemerkt, wie solche Ellipsen oft parallel mit in der Nähe an den Tag tretenden plutonischen Felsmassen ziehen, die ähnliche Schichten zerbrochen und aufgeworfen haben — wer würde alsdann in Abrede stellen, daß derartige Phänomene die bisher von uns betrachteten einigermaßen erklären? Kann man auf einem andern Wege, als durch das bedeutende, mit dem Aufsteigen plutonischer Gebilde verbundene Anschwellen die seltsamen Brüche von Wrens Nest, die Ellipsen bei Dudley enträthseln? Denjenigen Geologen Englands, welche die Einwirkungen durch aufgestiegene plutonische Gebilde bezweifeln, möchte ich meine Bemerkungen über den fraglichen Gegenstand,* so wie einen Aufsatz von Blackwell über die Gegend von Dudley empfehlen, in welchem auf's Deutlichste die unterirdische Rolle, die plutonische Massen spielten, entwickelt sind und wie alle submarinen Ablagerungen zerbrochen und dem Kohlenfeld von Staffordshire seine jetzige Gestaltung verliehen haben. Es ist kaum billig, so gegen alle Erhebungs-Kratere zu eifern, weil man keine plutonischen oder vulkanischen Gebilde als die centrale Masse in unseren Erhebungs-Thälern beobachtet hat. Für mich ist besonders der Umstand, daß solche Ellipsoiden ein so höchst systematisches excentrisches Fallen zeigen, der Grund, warum wir

* Silurian System, pag. 480 ff.

keine plutonischen Gesteine innerhalb derselben zu finden erwarten sollten. Wahrscheinlich ging in Folge der Unterdrückung der Bestrebungen von Hitze, Rauch und Gasen aufwärts längs der Axen solcher Erhebungs-Ellipsoiden zu entweichen, die eigenthümliche Anordnung der Schichten hervor. Auch darf man nicht vergessen, daß in den besonders von solchen Störungen heimgesuchten Gegenden die plutonische Materie häufig — wie z. B. in den Hügeln von Rowley, Malvern und Abberley — längs den Enden der angrenzenden Ablagerungen sich eine Oeffnung suchte, da sie hier weniger Widerstand fand, und aus dem nämlichen Grunde erlitten auch diese Ablagerungen heftige Windungen oder sie wurden zu bedeutenden Sätteln (Antiklinalen) aufgetrieben. Und in vielen Fällen sehen wir, wie z. B. auf dem westlichen Gehänge der Malvern-Hügel, daß das plutonische Gestein die Schichten durchbrochen und bedeckt hat.

Möchten meine wenigen und unvollkommenen Bemerkungen einigermaßen die übertriebenen Ansichten der Vertheidiger und Gegner der Erhebungs-Kratere mäßigen. So dankbar ich L. v. Buch für die Aufstellung der Theorie, Elie de Beaumont für deren weitere Ausführung, und endlich Lyell für seine Bemühungen, alle diese Erscheinungen durch noch sichtbare Ursachen zu erklären — bin ich doch fest überzeugt, daß die Wahrheit, nach welcher die Geologen streben, in keinem der beiden Extreme zu suchen ist. Ich hoffe, der Tag ist nicht mehr fern, wo man einräumen wird, daß in einigen Gegenden, in denen submarine vulkanische Auswürfe zerstreut und von den Schlünden, welche sie ergossen, weit fortgeführt, seitdem excentrisch in Folge erlittener Hitze und Anschwellung emporgehoben wurden, es möge Eruption vulkanischen Materials dabei stattgefunden haben oder nicht. So muß man sich die Erhebungs-Kratere denken. Auf der andern Seite gewähren einige, an mächtigen Vulkanen reiche Gegenden in Bezug auf ächte Laven-Ströme und andere vulkanische Ergüsse das Beispiel, wie solche Vulkane im Verlauf von Jahrhunderten sich durch Material vergrößerten, das sie aus ihrem eigenen Herde schöpften.

Ueber die

Spalten, denen in Toscana heiße Dämpfe entsteigen

und

ihre Beziehungen zu alten Eruptions- und Bruchlinien.

Einleitung.

Als ich die wichtigsten Orte in der toscanischen Maremma besuchte, wo aus jenen merkwürdigen Spalten heiße Dämpfe aufsteigen, bekannt unter dem Namen „Lagoni", „Fumacchi", „Fumarole", „Soffioni", „Mofetti," und selbst „Volcani" * machte ich die Beobachtung, daß sie alle aus alten, parallelen Bruchlinien hervorkommen, längs welchen Serpentine oder andere plutonische Gebilde aufgestiegen sind. Da mir nicht bekannt, ob in irgend einer geologischen Schilderung Toscana's auf das seltsame Zusammentreffen aufmerksam gemacht wurde, mögen einige Bemerkungen über diesen Gegenstand hier eine Stelle finden. Alsdann will ich meine Ansichten über den „Gabbro rosso" von Toscana entwickeln — ein Gestein, das in inniger Beziehung zum Serpentin steht, und nachdem kurz von den neuesten Erderschütterungen längs derselben Linie die Rede, wollen wir das gleichzeitige Entstehen großer, divergenter Hebungen in Italien und in den Alpen nach Ablagerung der nummulitischen eocenen Formation kennen lernen.

Hätte Dante die intensiven heißen Dämpfe, die seit Jahrhunderten aus Spalten der Gesteine in der toscanischen Maremma aufsteigen, so gut gekannt, als Targioni Tozzetti, der sie im letzten Jahrhundert ausführlich beschrieb — der große Dichter hätte sie gewiß für eine bessere

---

* Wegen italienischer Schilderungen der Lagoni ist zu vergleichen: Gio. Targioni Tozzetti, Viaggi; Repetti, Dizionario fisico etc. della Toscana tom. III, pag. 369; Bartolini, Atti dei Fisico-critici, tom. VI, pag. 335; Mascagni, Commentario (Siena) 1779; Guerrazzi Contin. dei Georgofili tom. II, pag 435; und Repetti, Dizion. fisic. stor. ec. della Toscana, tom. II, pag. 624, III, pag. 374, und Continov. degli Atti dei Georgofili, XI, pag. 49.

Ausschmückung infernalischer Scenen gewählt, statt der unbedeutenden „Bullicami" von Viterbo.* In neuerer Zeit wurden die in Toscana so häufigen, mit verschiedenen Mineral-Säuren beladenen heißen Gase von Babbage beschrieben** und später erwähnte deren W. J. Hamilton in einer geognostischen Skizze von einem Theile Toscana's.*** Um meine Ansichten besser entwickeln zu können, muß ich zuerst einen allgemeinen Begriff der Phänomene geben.

Außer anderen Stoffen führen die heißen Dämpfe in Toscana besonders Borarsäure, welche man sonst nur in den Umgebungen des thätigen Vulkans Stromboli findet. Für die Gewinnung des Minerals wurden von Lardarel an neun Orten ausgedehnte Anstalten errichtet, nämlich: Lardarello oder Monte Cerboli, Lustignano, Monte Rotondo, Sasso, Il Lago, Castel Nuovo, St. Federigo und St. Ippolito. Alle diese Punkte liegen auf dem erhabenen nördlichen Theil der toscanischen Maremma auf dem linken Ufer der Cecina. Von da haben die Zuflüsse dieses Stromes (Pavone, Posera, Trossa und Sterza) eine nördliche Richtung, während Cornia und ihr Zufluß Melia sich westlich und südlich in's Mitttelmeer ergießen. Der, mit Unterbrechungen, von heißen Gasen durchdrungene Landstrich hat eine Länge von ungefähr acht geographischen Meilen von N.N.W. nach S.S.O. und eine Breite von etwa fünf Meilen von W.S.W. nach O.N.O. und liegt zwischen 43° 8′ und 43° 16′ n. B.

Diese hügelige Gegend ist vielfach von Spalten durchzogen (von N. 15° W. nach S. 15° O.) und wird im Osten von einem tiefen Thal begrenzt, in welchem die Cecina von einem hohen Berge herabfließt, der sich vom Monte Castelli in N.N.W. nach dem Gerfalco-Berg in S.S.O. ausdehnt; ein anderer niederer Rücken, parallel mit dem genannten, zieht auf der westlichen Seite des Gasdistrictes vom Monte Rufoli nach Lustignano, von wo er sich der Meeresküste zwischen Livorno und Piombino zusenkt. Die Gas-Emanationen finden sich daher in einer erhabenen und zerbrochenen Mulde, in zu den älteren angrenzenden Bergrücken mehr oder weniger parallelen Linien. Ueber die geognostische Beschaffenheit der Gegend bemerke ich nur, daß die angrenzenden wellenförmigen Hügel und Thäler reich an Mergel- und Sand-Ablagerungen der tertiären Subapenninen-Epoche sind, und daß gegen Süden das tiefste Glied dieser Schichten-Reihe Kohle der miocenen Periode führt; der fragliche District jedoch, innerhalb dessen die Gase aufsteigen, besteht fast nur aus

* Vergl. Lyells principles 7. ed. pag. 243.

** Murrays handbook of Central-Italy.

*** Quarterly Journ. of the geol. soc. I, pag. 296.

den unter dem Namen Alberese und Macigno bekannten Felsmassen. Letzterer, der Nummuliten führt, vertritt nach meiner Ansicht die eocene Gruppe; jener gehört dem Kreide-System an. Pilla erwähnt Kreide-Petrefacten, die in diesen Hügeln gefunden worden; der höhere Rücken im Osten des südwärts mit dem Monte Gerfalco endigenden Zuges, so wie die Höhen des Monti Calvi und von Campiglia im Westen bestehen aus Jura-Gebilden, in denen Ammonites Conybeari *Sow.* und A. costatus *Schlot.* vorkommen.

Alle sedimentären Ablagerungen, von den jurassischen bis zu jener der eocenen Gruppe einschließlich, wurden vielfach von plutonischen Gesteinen durchbrochen und mehr oder weniger verändert. Letztere bestehen vorzugsweise aus Serpentin-Gebilden, deren Hauptstreichen gleichmäßig aus N.W. und N., in S.O. und S. ist. Als ich die Gegend von Norden kommend betrat, fand ich, daß deren Hauptort, Pomerancia,* auf einem Plateau liegt, bestehend aus Muscheln führenden, tuffartigem, gelbem, sandigem Mergel, zum Theil Travertin. Dieß Gebilde bedeckt deutlich den subapenninischen Mergel der angrenzenden Hügel und Thäler im Norden, wo das Steinsalz und die Quellen von Volterra vorkommen, und ist wohl von dem nämlichen Alter, wie die oberste, gelbliche Meeres-Ablagerung, „Panchina," in Toscana, oder das Gebilde in dem Elsa-Thal, dessen ich früher gedachte.**

Das Gestein ist in horizontalen Massen abgelagert, die oft steile, schroffe Wälle bilden, welche im Mittelalter eine natürliche Schutzwehr der alten feudalen Stadt ausmachten. Die Tertiär-Schichten nehmen die Gegend zwischen den pittoresken Höhen von Rocca Sillana im Osten, den heißen Quellen von S. Michele im Westen und dem Monte Cerboli im Süden ein, wo Massen von Serpentin und Gabbro sich aus ihrer Umgebung von grauem Alberese-Kalkstein, von Schiefer und Sandstein erheben. Gerade da, wo die eruptiven Gesteine mit den neptunischen Schichten in Berührung treten, die sich hier vielfach gewunden und zerbrochen zeigen, entspringen einige heiße Quellen; vier derselben am Monte Cerboli wurden erst neuerdings bekannt und deren Zusammensetzung durch Targioni Tozzetti ermittelt.*** Seine Untersuchungen sind von um so größerem

* Pomerancia ist der gewöhnliche Aufenthalt des Grafen Larbarel, des gastfreundlichen Besitzers der Borax-Werke.

** Vergl. Ueber den Gebirgsbau in den Alpen, u. s. w. S. 139.

*** Delle acque-termo minerali de Monte Cerboli. Firenze, 1846. Estratta della Gazzetta Toscana delle Scienze Medico-fisiche, An. 4. 2. 1. Der Leser findet in diesem Aufsatz Bemerkungen, welche darauf hindeuten, daß im Anfang des sechszehnten Jahrhunderts keine boraxsauren

Gewicht, da sie zeigen, daß die mit Unterbrechungen zwischen dem Monte Cerboli (Mons cerberus?) und Lardarello (wo die heißen Dämpfe aufsteigen) vorkommenden Quellen auf einer, wie er sagt, von N. nach S. gehenden Linie hervortreten, und daß die Quellen, obwohl in verschiedenem Verhältniß, die nämlichen Bestandtheile enthalten wie die Lagoni oder heißen Dämpfe im Süden. In den Quellen finden sich — organische und bituminöse Stoffe abgerechnet — Kochsalz, kohlensaurer und schwefelsaurer Kalk, Bittererde, Thonerde, Kiesel= und Boraxsäure. Alle führen außerdem kohlensaures Gas, und eine geringe Menge schwefeligsaures Gas.

Der jetzt Lardarello genannte Ort, wo die neuen Gebäude errichtet, ist der Theil des vom Monte Cerboli sich erhebenden und durch die Posera bewässerten Thales, in welchem die heißen Dämpfe aus Schlünden aufsteigen, die — wie die Mineral=Quellen, — auf einer von N. und W. nach S. und O. gehenden Linie liegen. Die Thal=Wände bestehen aus Alberese=Kalkstein und Schiefer, hie und da treten Serpentine hervor; die tieferen Theile des Thales sind, so weit meine Beobachtungen reichen, mit jüngeren Mergeln bedeckt. Aber während diese Gesteine die Spalte im O. und W. begrenzen, ist sie, wie gesagt, nach dem Monte Cerboli und seinen heißen Quellen im N. und W. ganz offen; sie zieht sich auch durch wellenförmigen Boden nach Bagni a Morbo, ungefähr eine Meile weit nach S. und O., wo gleichfalls heiße Quellen vorhanden. Die gegenwärtigen Lagunen sind künstlich gebildet an solchen Orten, wo Wasser und Erde angewendet werden, um das Entweichen der sehr heißen Dämpfe abzuhalten. Indem man das Entweichen der Hitze zum Theil durch aufgeworfene Erde und Thon hemmt, und so gleichsam den Umfang der Schlünde in seiner Gewalt hat, ließ menschliche Geschicklichkeit eine Art von Schlamm=Vulkanen entstehen, deren Zahl und verschiedene Operationen nach Belieben geregelt werden können. Aus dem beschränkten Raum des Thales von Lardarello steigen mehrere Rauch=Säulen zu verschiedener Höhe und in verschiedenen Graden der Intensität empor. Der vielfach durchdrungene Boden befindet sich, in Folge der zahlreichen Veränderungen, die er erleidet, in einem fortwährenden chaotischen Zustand; seine äußere Gestaltung ändert sich so oft durch das Hervorbrechen neuer Gase, daß der Wanderer, welcher sich ohne sicheren Führer in dieses Labyrinth wagte, manchmal großen Gefahren

Dämpfe aufstiegen. Vergleiche auch die Mittheilung des alten geologischen Wanderers Targioni Tozzetti (Viaggi), dessen Nachkomme, der jetzt in Florenz lebende Professor der Chemie, viele Analysen der Wasser von dem Berg Alcato, Rapolano, Monte Catini, Castrocasa, Cimiano und Casale bekannt machte. Seitdem erfuhr ich durch Daubeny, daß die boraxsauren Dämpfe auch Nitrogen=Gas enthalten, eine Thatsache, die für deren vulkanischen Ursprung spricht.

ausgesetzt seyn würde. Bisweilen verliert selbst einer der Arbeiter ein Bein, ja das Leben, wenn er unvorsichtiger Weise auf eine Erdschichte tritt, die zu dünn ist, um sein Herabstürzen in die heißen Gründe zu verhindern.

Der Schlund, welchen ich am besten untersuchen konnte, war vollkommen kreisförmig, maß etwa fünfzehn Schritte im Durchmesser, und befand sich gerade in heftigem Aufkochen. Fortwährend steigen Blasen aus der hin- und herwallenden Masse empor, welche stets den kleinen Krater-Rand zu überfluthen strebt. * Wo nur die unterirdischen Dämpfe aus einer mehr oder weniger senkrechten Spalte aufsteigen, die ihnen kein Hinderniß entgegensetzt, da erreicht die schlammige Flüssigkeit alsbald ihre größte Hitze, die so bedeutend ist, daß, wie man mich belehrte, noch kein Instrument zur Bestimmung der höchsten Temperatur genügte. ** Es ist wahrscheinlich, daß kaum ein thätiger Vulkan an irgend einem Punkte größere Hitze entwickelt. Vierundzwanzig Stunden reichen hin, um die aufwallende Flüssigkeit mit Borarsäure zu sättigen; die Masse fließt alsdann in flache Behälter in einem niedrigeren Niveau ab. Hier vermindert sich die Flüssigkeit zu einem Drittheil ihres Volumens durch Verdampfung, welche beschleunigt wird, indem man den heißen Dampf in Röhren unterhalb der Salz-Pfannen leitet, und dadurch große Kosten gegen früher für Brennmaterial erspart. Nachdem kohlensaures Natron beigefügt, beginnt die Masse trocken zu werden, es bilden sich Krystalle von Borarsäure. Die Heftigkeit, mit welcher Gase aus Spalten — vorausgesetzt, daß sie vertikal — aufsteigen, ist so bedeutend, daß, wenn Steine von einigem Gewicht auf eine solche enge Oeffnung gebracht, sie mehrere Fuß hoch emporgeschleudert werden; es sind daher schwere Platten nothwendig, um die eruptiven Agentien zu unterdrücken und ihren Strom unter den Trocken-Anstalten und Pfannen hinzuleiten.

Hohes Interesse gewährt es, die gegenwärtig aufsteigenden Gase und die Lagunen, wie sie durch menschliche Hände eingerichtet, mit ihrem früheren, natürlichen Erscheinen von mehr denn achtzig Jahren zu vergleichen, wie Targioni Tozzetti es uns schildert. Die dicken weißen und heißen, stoßweise emporwirbelnden schwefeligen Wolken — die hie und da aus dem kochenden Schlund aufsprühenden Flüssigkeiten — die großen, glänzenden Blasen, die zerplatzen — die kreisförmige Gestalt der Laguni — die Absätze

* Dana bemerkt in seiner Schilderung der Hawai-Inseln im stillen Meere, daß, wegen des ungeheuern Umfangs des Kraters, keine eruptive Thätigkeit, kein Auswerfen von Material stattfindet; die geschmolzenen Massen wallen ohne großes Geräusch auf und nieder, und fließen bisweilen ruhig über ihren Rand hinaus.

** Targioni Tozzetti, der ältere Schriftsteller, gibt nichts darüber an. Pilla spricht von 140° R.

von Schwefel an ihren Rändern — das unheimliche Knistern des leichten, bimssteinartigen, ausgehöhlten Bodens unter dem Tritt des Wanderers — die Umwandelung des Alberese-Kalksteines, welchen man damals für ein primitives Gebilde hielt, in eine weiße, mehlige Masse — die als ächter Barometer für die ganze Umgegend dienenden Rauchsäulen, * — die große Gesundheit des Ortes für Thiere, während Pflanzen verdorren und verwelken — alle diese Phänomene sind jetzt noch so zu sehen, wie unser Vorgänger sie beschrieb. Aber es hat sich auch Manches geändert. Da sind nicht mehr jene zahllosen Lagoni; wir können nicht, wie Targioni, in trockene Höhlungen hinabschauen, aus denen nur heiße Dünste mit großem Geräusch aufstiegen, und diese von den Vertiefungen unterscheiden, die mit kochender, schlammiger Materie gefüllt waren, denn heutzutage verwendet man alles heiße Gas, und macht mit Hülfe des Wassers Gas-Schlünde zu Schlamm-Vulkanen. Ebenso findet sich die heiße Lagune nicht mehr, deren Durchmesser nach Targioni über sechszig Braccien betrug, noch erblickt man ein kleines Eiland in solch einem heißen See. Das Geräusch und Getöse in den Höhlungen, welches wir mit dem Stampfen von hundert Walkmühlen verglichen, war früher sicherlich stärker, als jetzt, wo die Oeffnungen mehr geschlossen, das Entweichen der Gase ein regelmäßigeres. Wir lernen indeß aus der getreuen älteren Darstellung zwei Punkte von Bedeutung kennen: 1) daß, obgleich damals die Zahl der Lagoni bedeutender gewesen seyn soll, einer der Schlünde am Monte Cerboli und ein anderer bei Castel-Nuovo sich unthätig zeigten; 2) daß bei Nacht Flammen aufstiegen. **

Es ist klar, daß zwischen den „Soffioni" und der früheren geologischen eruptiven Thätigkeit in Toscana gewisse Verbindungen bestehen. Diese lassen sich leichter durch einen Blick auf die beigefügte Figur *** erkennen. Fängt man von Norden und Westen an, so erblickt man bei S. Michele mehrere Serpentin- und Gabbro-Massen und zugleich zeigen sich die angrenzenden Alberese-Kalksteine vielfach gewunden und gestört; und gerade an dieser Stelle entspringen die seit Jahrhunderten wegen ihrer heilsamen Wirkungen berühmten heißen Quellen von S. Michele. Von einem aus tertiären Tuff-Ablagerungen bestehenden, wellenförmigen Boden kommt man

* Bei Regen, oder wenn das Wetter sich ändert, ziehen sich die Dämpfe mit verstärktem Geräusch in die Erde zurück; bei günstiger Witterung steigen sie zu bedeutender Höhe empor.

** Targioni Tozzetti erwähnt Ugolino da Monte Catini's Beschreibung der Dämpfe von Castel Nuovo bei den Bädern von Bagni a Morbo und führt sein Stillschweigen über den Monte Cerboli als einen Beweis an, daß dort damals keine Flammen aufstiegen.

*** Siehe Fig. 6.

zum Monte Cerboli und zu einer ähnlichen Verbindung eruptiver Massen und gestörter Schichten, unfern welcher die oben erwähnten heißen Quellen entspringen. Noch weiter gegen Süden und Osten erlangt diese Verbindung einen viel interessanteren Charakter; denn genau auf der nämlichen Linie erscheinen vier heiße Quellen, und von diesen besitzt die den Lagoni am nächsten den stärkern Gehalt an Boraxsäure. Also, die Quellen und die mit Kohlensäure, mit schwefeliger und Boraxsäure beladenen Soffioni entspringen auf der nämlichen Linie; verfolgt man diese Linie etwas weiter nach Süden und Osten, so trifft man bei Bagni a Morbo abermals heiße Schwefel-Quellen, aus Spalten ähnlicher Gesteine wie am Monte Cerboli und bei S. Michele hervorkommend. Endlich noch weiter nach S.S.O. erscheinen die boraxsauren Dämpfe noch einmal bei Castel Nuovo in einer merkwürdigen Felsspalte von Macigno, wo die lineare Richtung der Spalten sehr deutlich.

Wir haben demnach auf einem Raum von etwa sechs bis sieben englischen Meilen von N. und W. nach S. und O. den einfachen Beweis, daß die jetzigen heißen Dämpfe und Quellen auf einer Spalte in den Alberese- und Macigno-Gebilden zum Vorschein kommen, die in einer sehr alten Zeit entstanden ist, d. h. vermuthlich zwischen der eocenen und miocenen Epoche. Die Oeffnung dieser Spalte wurde durch Auftreibungen von Serpentin und anderen plutonischen Gesteinen begleitet.

Ausgedehntere Beobachtungen überzeugten mich, daß die anderen Soffioni der Gegend unter ähnlichen Verhältnissen auftreten. Auf einer früher erwähnten Wanderung durch die Kohlen-führenden miocenen Ablagerungen*

Fig. 6.



a, a. Alberese und Macigno (Kreide und eocene Gebilde).
b, b. Veränderter Alberese und Macigno.
c. Gabbro rosso.
d. Heiße Quellen.
e. Lagoni oder Soffioni.

* Ueber den Gebirgsbau in den Alpen u. s. w. S. 140.

der Maremma bemerkte ich, daß die kleine Stadt von Monte Rotundo auf einer Verbindung von Serpentin und von ihm durchbrochener neptunischer Schichten ruht; von diesem Orte aus nach N. und W. blickend, sah ich die Dämpfe der Soffioni, welche den nämlichen Namen tragen, gleich denen von Lardarello aus einem von Bergrücken desselben harten Gesteins umschlossenen Thal aufsteigen. Der Schwefel-See, zwei Meilen westlich von Monte Rotundo gelegen, dessen größere Ellipse von N. nach S. geht, ist offenbar nur eine Verlängerung einer der zahlreichen Spalten, die sich von da nach N. und West gegen Lustignano ausdehnen, und denen borarsaure Dämpfe entsteigen.

Bei Schilderung dieser „Soffioni" macht Pilla besonders auf die von Sasso aufmerksam * und obwohl er das Zusammentreffen, auf das ich so großes Gewicht lege, nicht bemerkt, kann sich doch jeder durch einen Blick auf die von ihm mitgetheilte Abbildung überzeugen, daß die Linie, aus welcher die Dämpfe aufwallen, der Hauptrichtung der einschließenden Bergrücken parallel ist. ** Nun haben diese Berge von Alberese oder Macigno entweder ein vorherrschendes Streichen von N. und W. in S. und O., oder sie sind in dieser Richtung von verschiedenen eruptiven Massen — Serpentin, Grünstein, Gabbro — durchbrochen, von welchen gleich die Rede seyn soll. Es geht hieraus hervor, daß die alten Linien, längs welcher einst die Natur ihre größte eruptive Wirksamkeit in der ganzen Umgegend kund gab, die nämlichen sind, in deren Bereich noch jetzt die aufsteigenden Gase und die entspringenden Quellen auf ein nicht gänzliches Erlöschen vulkanischer Thätigkeit hindeuten. Noch jetzt üben die heißen Gase — wenn auch in viel kleinerem Maßstabe — einen metamorphosirenden Einfluß auf die Gebirgs-Schichten in ihrer Umgebung aus, und der Geolog kann sich leicht denken, daß sie ganz anders wirken mußten, zur Zeit als die großen Massen von Serpentin und anderen plutonischen Gebilden durch die jüngeren secundären und durch die älteren tertiären Ablagerungen unter beträchtlichem Druck emporbrangen oder heraufzubringen versuchten. Noch heutzutage werden bei Lardarello kleine Parthieen des Alberese-Kalksteines durch die schwefeligen Dämpfe in schwefelsauren Kalk, einzelne Schiefer-Schichten durch die starke Hitze in eine rothe, Porcellanjaspis-artige Substanz umgewandelt. Uebrigens sind, sowohl bei diesen neueren, partiellen Metamorphosen, wie bei den größeren, älteren in den mehr oder weniger veränderten Gesteins-Massen stets noch Spuren von Schichtung erkennbar.

---

* Trattato di Geologia, pag. 282 (Pisa, 1847).

** Ich kann es nicht unterlassen, den Wunsch auszusprechen, daß Herr Babbage demnächst seine, dem Großherzog von Toscana vorgelegten Entwürfe über

Gabbro rosso.

Letztere Beobachtung veranlaßt mich, einige Bemerkungen über Natur und Ursprung des „Gabbro rosso" in Toscana beizufügen; denn nach umfassenden Untersuchungen in der ganzen nördlich von dem bisher betrachteten Landstrich liegenden Gegend muß ich eine Ansicht aussprechen, welche von Savi und meinem Freunde W. J. Hamilton (in dessen geognostischer Beschreibung von Toscana) nicht getheilt wird. Die Haupt-Massen von Gabbro finden sich südlich von Pisa, und östlich und südöstlich von Livorno, im Norden durch das Arno-Thal, im Süden durch jenes der Cecina begrenzt. Die verschienen Abänderungen des Gesteins zeigen sich besonders in den Bergen von Alberese und Macigno, welche die östliche und westliche Seite einer länglichen, von subapenninischen Mergeln erfüllten Vertiefung bilden, die sich von Colle Salveti im N. und W. nach dem Cecina-Thal in S. und O. ausdehnen. Der gerade Weg von Pisa nach der Maremma führt durch diese Einsenkung. Die westlichste der Höhen, welche die Küste bildet, südlich von Livorno, besteht zum Theil aus Serpentin und anderen eruptiven Gebilden, hauptsächlich aber auf der östlichen Seite aus Gabbro, welches Gestein, wie ich von Pilla erfuhr, seinen Namen nach dem wenige Meilen südöstlich von Livorno liegenden Dorfe Gabbro erhielt, das auf dem Gipfel eines kegelförmigen, von sogenanntem Gabbro zusammengesetzten Hügels liegt; ich sage sogenanntem, denn es soll sogleich gezeigt werden, wie zwei gänzlich verschiedene Gesteine unter einem Namen vereint waren.

Der östliche oder innere Rücken steigt schroff zu den Bergen auf, die sich aus Norden vom Monte Vaso nach Castellina Marittima im Süden erstrecken; ich will hauptsächlich diese Hügel-Gruppe, auf deren östlicher Seite der Monte Catini liegt, in's Auge fassen, da sie die besten Aufschlüsse zur Erörterung der Frage gewährt, über welche Savi und Hamilton einerseits, der verstorbene Pilla und ich andererseits verschiedener Ansicht. Die beiden erstgenannten Naturforscher suchten zu zeigen, daß die Gabbro rosso benannten Gebilde, sie mögen nun in massigen und kugeligen, oder in dünngeschichteten Parthieen vorkommen, metamorphisch seyen;* Pilla hingegen und ich behaupten, daß der massige, variolithische Gabbro eruptiver Natur ist, mag man nun seine Zusammensetzung oder sein nicht Geschichtetseyn betrachten, oder die Rolle, welche er spielte, indem er

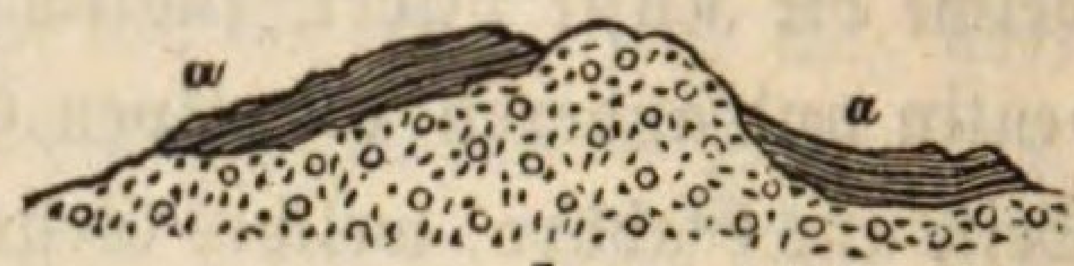
---

die Ausdehnung der Boraxwerke — welche aus einem öden Landstrich einen belebten Handelsdistrict machen werden — veröffentlichen möge.

* Vergl. Hamilton's Uebersetzung von Savi's Beschreibung; quart. journ. of the geol. soc. I, pag. 288.

früher vorhandene Gesteine durchbrach und mehr oder weniger veränderte. Obwohl mein früh dahingeschiedener Freund Pilla seine Ansicht geltend zu machen suchte, gelang ihm dies nur einigermaßen, und ich will mich daher um so mehr bestreben, ihm Gerechtigkeit widerfahren zu lassen und seine Erfahrungen hier mitzutheilen, als ich noch in seiner Gesellschaft die Gegend untersuchte. Die Meinung eines so thätigen und aufmerksamen Beobachters plutonischer Phänomene, wie Pilla, eines geborenen Neapolitaners, der so manches Jahr in den Umgebungen des Vesuv verlebte, dürfte doch auch von einigem Gewicht seyn, selbst wenn die physischen und geologischen Verhältnisse an und für sich nicht schon zu seinen Gunsten sprächen. Zwischen Civita Castellina und Castel Anselmo lernte ich mehrere Profile kennen, wo der Gabbro nicht allein den Alberese-Kalkstein durchbrochen, sondern auch unterstützt und vielfach gewunden hat. Der rothe Gabbro, welchem wir solche Wirkungen zuschreiben, war sicherlich ein ungeschichtetes, massiges, feldspathiges Gestein, das zum großen Theil aus sphäroidalen Concretionen mit variolithischer Structur besteht. Pilla machte mich besonders auf letztere aufmerksam, als einen Beweis, daß das Gebilde in einem flüssigen Zustande gewesen, wie denn überhaupt derartige Formen

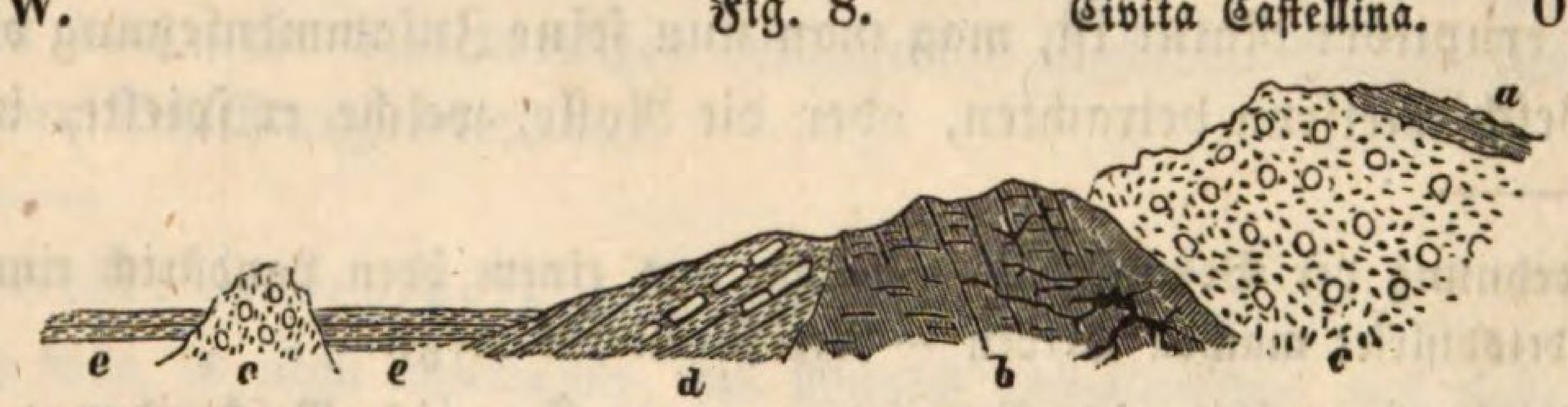
Fig. 7.



a, a. Alberese. b. Gabbro rosso.

sowohl bei älteren plutonischen Felsmassen als bei neueren Erzeugnissen des Vesuv vorkommen. Außerdem ist das Gestein oft zellig, mandelsteinartig, von Adern durchzogen, wie manche unserer schottischen „Trapp-Gebilde", enthält hin und wieder Krystalle von Kalkspath, von Analcim, und das eigenthümliche, Caporcianit genannte Mineral, eine Abänderung des Stilbits. Chemisch betrachtet, ist das Gestein nichts Anderes, als eine Spielart des Grünsteins. Mit anderen Worten, es ist eines der den Grünstein und Serpentin begleitenden Gebilde, das stark mit Eisen imprägnirt wurde, und unter dem Löthrohr so leicht wie Wachs schmilzt. Dies ist der Gabbro rosso, welchen ich für ein ächtes eruptives Gestein halte, das die Bergmasse von Civita Castellina zusammensetzt und, wie gesagt, daselbst die Rolle einer plutonischen Felsart spielt. Er hat nicht allein an seinem östlichen Gipfel den Alberese-Kalkstein aufgetrieben, sondern scheint auch

W. Fig. 8. Civita Castellina. O.



a. Alberese. b. Alberese von kleinen Gängen durchsetzt. c, c. Gabbro rosso. d. Miocene? e, e. Subapenninen-Schichten.

andere Partheeen dieses Gesteins zu überlagern, die sich in einem sehr zertrümmerten und veränderten Zustand befinden. Ein Blick auf das Profil zeigt, daß die Eruption des Gabbro statt hatte nach Ablagerung der Alberese- und Macigno-Formationen, d. h. nach der jüngeren Kreide- und älteren eocenen Epoche. Aber es folgte nach der miocenen Periode noch ein anderes Phänomen; denn der mit den Mergeln auftretende Kalkstein führt nicht allein auf eine ziemliche Strecke hin Alabaster (den Einige für veränderten Kalkstein halten möchten), sondern die ganze Masse muß auch als miocen angesehen werden, da sie in geneigten Schichten von dem Alberese und Macigno abfällt, also einen schroffen Gegensatz mit den subapenninischen oder pliocenen Mergeln des Thales bildet, die in vollkommen horizontalen, ungestörten Schichten eine zu Tag gehende Masse von Gabbro rosso umgeben. Der veränderte Alberese-Kalkstein von Civita Castellina enthält weiche, serpentinartige Lagen, trägt ein metamorphisches Ansehen, und läßt Rutschflächen wahrnehmen, sowie Spalten und kleine Gänge von Aragonit, namentlich in der Nähe des Gabbro. Kupfererz-Gänge setzen im Alberese auf, oder an seiner Grenze mit Gabbro, sind daher jüngeren Alters, als letzterer. Es ist Pilla's Ueberzeugung, daß die Kupfererz-Gänge das Resultat der nämlichen plutonischen Thätigkeit sind, welche den Gabbro rosso emportrieb, daß sie gleichzeitig mit diesem Gestein heraufdrangen, während Andere sie für jünger halten. Als ich an dem Fuße der wilden Berge hinwanderte, welche Civita Castellina von Monte Catini trennen, wo reiche Kupfererze brechen, überzeugte ich mich von der Wiederholung der wichtigsten, oben angeführten Phänomene; außer dem Gabbro rosso und einem feldspathigen Gestein (Pilla's Epidosit) treten noch andere Gebilde von grüner und rother Farbe auf, die wohl zum Grünstein und Serpentin gehören. Alle diese verschiedenen massigen Gesteine scheinen nur einer und derselben eruptiven Materie anzugehören, die den Alberese und Macigno in Linien von N.N.W. nach S.S.O. durchbrochen hat.

Bei Monte Catini, wo sich Hamilton besonders mit Beobachtungen beschäftigte, bildet der Gabbro rosso ein schroffes Vorgebirge gegen das Cecina-Thal im Süden und nach Volterra hin im Osten. Die Hauptmasse besteht aus dem nämlichen Variolith wie an anderen Orten. Bisweilen eignet sie sich einen serpentinartigen Charakter an; die dunkelrothen kugeligen Partheeen sind oft von einer grünlichen Substanz umhüllt. Ich kann mich hier nicht bei einer Schilderung der Kupfererz-Gänge aufhalten, die den Gabbro durchsetzen;* ich begnüge mich mit der Bemerkung, daß

* Herr Sloane, der unterrichtete Besitzer der Gruben von Monte Catini gönnt dem wandernden Geologen freundliche Aufnahme. Die eigenthümliche Vertheilung der Erze verdient besonders Beachtung.

allenthalben, in Stollen, in Schürfen, die deutlichsten Beweise von der massigen, homogenen Beschaffenheit des Gabbro und von dessen plutonischer Entstehungs-Weise. In dieser Beziehung gleicht er keiner metamorphischen Gebirgsart. Die variolithische Anordnung der Sphäroide ist besonders merkwürdig. Wenn sie sich abblättern, zeigen sie an der äußeren Oberfläche jeder concentrischen Falte die Blattern, und zerfallen in kugelige Parthieen, wie der Basalt „en boule". Aber außer diesem Gestein, dem eigentlichen Gabbro rosso, das in denselben Beziehungen zu den sedimentären Schichten steht, wie der Serpentin und andere Gebilde der Gegend, kommt noch eine andere Felsart vor, die von Savi und Hamilton gleichfalls als „Gabbro rosso" bezeichnet wird und hauptsächlich am östlichen Gehänge des Monte Catini auftritt, welche sich wesentlich von dem bisher betrachteten unterscheidet, und die ich offenbar für ein metamorphosirtes Gebilde halte.

Es ist ein jaspisartiger, erhärteter, rother und grüner kalkiger Schiefer, charakterisirt durch seine dünnen Blätterlagen; er ging ohne Zweifel aus dem thonig-kalkigen Gebilde der Macigno- oder Alberese-Formation hervor, welches in unmittelbarer Berührung mit dem aufsteigenden Gabbro war und von diesem umgewandelt wurde. Es ist klar, daß der massige Gabbro bei seinem Empordringen die zunächstliegenden Schichten umbog und umstürzte, erhärtete, wie die eruptive Materie denselben ihre Farbe, und bis zu einem gewissen Grade gleichsam ihre mineralogische Beschaffenheit mittheilte ein geologisches Phänomen, wie es bisweilen an der Grenze zweier Felsarten beobachtet wird.

Monte Catini. Fig. 9.



a. Gabbro rosso. b. Veränderter rother Schiefer. c. Alberese.

Der Uebergang, welchen man aus den veränderten sedimentären Schichten in den massigen, sphäroidalen Gabbro wahrnimmt, veranlaßte Savi und Hamilton zu dem Glauben, der massige Gabbro sey eine, noch in höherem Grade umgewandelte Abänderung derselben neptunischen Ablagerung. Entfernt man sich jedoch von den unmittelbaren Berührungs-Punkten, dann haben wir alsbald zwei in Structur und Zusammensetzung wesentlich verschiedene Gesteine. Pilla hat zahlreiche, denkwürdige Beispiele der Umwandelung oder Metamorphose der Schichten nicht allein durch den Gabbro rosso, sondern auch durch Granite, Melaphyre und Porphyre angeführt.* Eine besonders belehrende Thatsache zeigt sich an

* In seiner „Richezza Minerale della Toscana" vereinigte Pilla den Gabbro rosso mit anderen ophiolithischen oder serpentinartigen Gesteinen, welche als einzelne Erhebungs- und Eruptions-Mittelpunkte thätig waren, indem sie in von einander getrennten schroffen Kegelbergen emporsteigen (pag. 39).

einem Botro del Ribuio genannten Ort, unfern Serazzano, wo der massige Gabbro die Schichten des Macigno auf den Kopf gestellt und in jaspisartige Gebilde von rother Farbe umgewandelt hat, die Quarz und Eisenglanz führen. *

Wenn wir die Thatsache einräumen, daß Uebergänge aus einem Gestein, welches das umwandelnde Agens war, in veränderte Schichten stattfinden können, so haben wir einige ältere Probleme der Geologie wieder aufzunehmen. Wir müssen alsdann manche Schlüsse wieder aufgeben, zu denen wir gelangten, indem wir die Lehrsätze über gewisse Gesteine in Cornwall, Norwegen und in anderen Gegenden, welche von einigen Naturforschern aufgestellt wurden, verwarfen, die an Uebergänge aus Graniten in Schiefer, also auch an einen gemeinsamen Ursprung zweier so verschiedenen Gesteine glauben! Wenn eine solche Ansicht wieder Eingang findet, wie es bei Savi der Fall zu seyn scheint, dann werden freilich alle Beobachtungen und Schlüsse, zu denen Geologen gelangten, indem sie das spätere Heraufbringen von Graniten und anderen plutonischen Gebilden durch sedimentäre Ablagerungen nachwiesen, nutzlos. Denn obwohl es nicht an zahlreichen Beispielen von Phänomenen fehlt, die kein Sceptiker anzugreifen wagt, gibt es auf der andern Seite Fälle, wo es kaum möglich ist, die genaue Grenze zwischen der ergossenen plutonischen Masse und dem veränderten Gestein zu bestimmen. Aber es liegt nun einmal in der Natur solcher Erscheinungen, und die Zeit eines praktischen Geologen kann besser angewendet werden, als über solche Punkte zu streiten. Wenn manche Geologen glauben, daß gewisse Abänderungen von Trapp- und Mandelstein-Gebilden ursprünglich von geschmolzenen, in dem Erdinnern früher vorhandenen Schichten herrühren, so dürften sie da gar nicht Unrecht haben. Aber eine derartige Annahme entfernt keineswegs die Möglichkeit, daß wahre eruptive Gesteine sedimentäre Ablagerungen durchbrochen und auf dieselben mechanisch und chemisch eingewirkt haben; ja selbst manche der Laven des Vesuv dürften zum Theil frühere submarine Ablagerungen seyn, die durch große Hitze unter starkem Druck umgewandelt wurden.

Der praktische Punkt, auf den ich nochmals zurückkomme, ist, daß der massige, sphäroidale Gabbro in Toscana, seiner Zusammensetzung und, noch mehr, der Rolle gemäß, die er spielte, als ein wahres plutonisches, eruptives Gestein betrachtet werden muß. Die rothen, jaspisartigen Gebilde, von Einigen auch als „Gabbro" bezeichnet, sind weiter nichts, als durch die Eruption und die dabei entwickelte Hitze veränderte sedimentäre Ablagerungen.

* **Trattato di Geologia, part. I, pag. 510.**

Aeltere und neuere Störungs-Linien.

Die plutonischen Mächte haben nicht allein auf den Eruptions-Linien von Serpentin, Grünstein und Gabbro, d. h. in einer Richtung von N. und W. nach S. und O., in dem westlichen Toscana ihre wiederholte Thätigkeit kund gegeben, auch die secundären Gebilde erlitten längs der nämlichen Linie Störungen. Ihr folgend stiegen die granitischen Gesteine von Piombino empor, und die Haupt-Richtung der Küsten-Gegenden von diesem Theil Italiens lauft mit derselben parallel. *

Endlich kommen auf der erwähnten Linie die verschiedenen Soffioni oder heißen Dämpfe zum Vorschein und werden noch jetzt Erschütterungen des Bodens beobachtet. Wer sich genauer über die Erdbeben unterrichten will, welche in den letzten Jahren im westlichen Toscana und besonders in den Gegenden südlich von Pisa sich ereigneten, möge die Schilderungen von Savi und Pilla vergleichen. Als ich den Letztern von Pisa nach Civita Castellina begleitete, und in einer Richtung von N.N.W. nach S.S.O. längs einer Boden-Vertiefung in den subapenninischen Mergeln wanderte, welche zwischen den oben erwähnten, von Serpentin, Gabbro und anderen eruptiven Massen durchbrochenen Bergen liegt, war ich in hohem Grade über die Beobachtung erstaunt, daß die allerstärkste vibrirende Störung auf der nämlichen Linie an den niedrigen, aus losem Material bestehenden Hügeln sich zeigte. Die Stöße aus N. nach S. waren hier von um so verheerenderer Wirkung, da die Wohnungen in dem ganzen Landstrich auf kleinen Hügeln losen Mergels ohne eine seitliche Unterstützung ruhen. Die auf den angrenzenden härteren Felsarten, auf Alberese, Gabbro, Serpentin, Grünstein errichteten Gebäude blieben mehr oder weniger verschont, während die auf dem Mergel zusammenstürzten oder beschädigt wurden. Beachtung verdient ferner der Umstand, daß in den tiefsten Einschnitten längs der Mergel-Hügel, zumal bei Lorenzana, wo sich Spalten im Erdboden bildeten, plötzlich bisher verborgen gewesene, unterirdische Wasser heraufdrangen, gerade als ob man einen artesischen Brunnen erbohrt hätte und die über einem Becken liegenden Bänke durchbrochen worden wären. Diese Wasserfluthen trieben nicht allein Sand und Schlamm, sondern auch feste Massen in die Höhe; als sie eintrockneten, glichen sie zahlreichen Maulwurfshügeln mit Radien; der Mittelpunkt eines jeden bestand aus concentrisch abgelagerten Sandschichten, welche auf's Deutlichste den Punkt

---

* Pareto, Pilla und andere italienische Geologen haben gezeigt, daß der Granit von Piombino und von Elba den Serpentin durchbricht.

zeigten, bis zu dem die Wasser heraufstiegen. Es dienen diese Erscheinungen nicht allein zur Erklärung des Ursprungs größerer Schlamm-Hügel von ähnlicher Gestalt, die in gewissen Gegenden Calabriens häufig, welche ein öfterer Schauplatz verheerender Erdbeben; sie sind auch gleichsam ein verknüpfendes Band zwischen den gegenwärtigen geringen Störungen an der Boden-Oberfläche und jener früheren großartigen Phänomene, welche wir kennen lernten.

Alle bisherigen Betrachtungen berechtigen uns zum Schluß, daß auf die mächtigen Ergüsse geschmolzener Massen in früheren oder plutonischen Zeiten, begleitet von starker Hitze- und Gas-Entwickelung, durch welche ganze Bergketten den Einfluß des Metamorphismus erfuhren, als der Meeresboden sich hob, eine beträchtliche Ablagerung vulkanischen Materials folgte, hauptsächlich untermeerischen, zum Theil auch atmosphärischen Ursprungs; und daß endlich, als Land und Meer in ihren jetzigen Verhältnissen waren, die vulkanische Wirksamkeit sich auf wenige Schlünde oder Spalten beschränkt sah, von denen manche mit der Zeit erloschen. Noch heutzutage gibt sich aus einigen dieser Schlünde in Europa eine fortdauernde vulkanische Thätigkeit kund, sei es, wie am Stromboli, durch den Erguß fester Massen, oder wie in Toscana, durch heiße Quellen und Dämpfe; in anderen Gegenden ist die Thätigkeit eine durch längere oder kürzere Epochen der Ruhe unterbrochene, wie die Ausbrüche vom Vesuv und Aetna, die gelegentliche Bildung neuer Kegel und Kratere unter den Wassern des Mittelmeeres, und die auf gewissen Linien stattfindenden Erdbeben, von Wasser-Ergüssen begleitet, darthun.

Wenn man die innige Verbindung aller dieser Phänomene im Allgemeinen, und die Soffioni von Toscana im Besondern betrachtet, so möchte man zu schließen geneigt seyn, daß, wenn diese Abzugs-Kanäle für die innere Hitze gänzlich geschlossen würden, in der Umgegend vielleicht wieder häufigere Erdbeben zu erwarten seyen, bis zur Freilassung der expansiven Kräfte — gerade wie in Sicilien und Calabrien diese Unglücksfälle während der Ruhe des Aetna am öftesten eintreten. Aber, abgesehen von einer solchen Vermuthung, müssen die heißen Dämpfe unbedingt als die Reste einer früheren vulkanischen Thätigkeit angesehen werden, indem sie nicht allein auf demselben Streifen oder seinen untergeordneten Parallelen erscheinen, wo plutonische Massen ergossen, sedimentäre Schichten verändert wurden, sondern weil diese Linie auf's Genaueste mit der Axe von Carrara und jener der anderen Marmor-Gebilde, der krystallinischen und Schiefer-Gesteine der apuanischen Alpen zusammenfällt. Es wurde bereits erwiesen, daß diese hohen Massen oder westlichen Apenninen, nebst ihren niedrigen Parallelen in dem Golf von La Spezzia veränderte Gebirgsglieder der Jura-For-

mation sind; * wir setzen daher unsere Betrachtungen auf der Linie von N. und W. weiter fort, und finden, daß hier, wie in der toscanischen Maremma Serpentin-Gebilde, und zwar in noch größerer Menge, durch den Alberese und Macigno empordrangen. Die ziemlich weit verbreiteten Serpentine und ähnliche Felsarten haben in den Umgebungen von Genua die Kreide-Ablagerungen in Gesteine umgewandelt, die täuschend das Ansehen von paläozoischen Schiefern und plattenförmigen Kalksteinen tragen. Andere und spätere Störungen übten ferner hier, obwohl meist mechanischen Einfluß auf die Conglomerate und Sandsteine der miocenen Epoche aus, die auf den Seiten des von Genua nach Alessandria führenden Pfades in hochgeneigten Schichten erscheinen. Die Verhältnisse im Genuesischen und Piemontesischen ** beweisen gleich denen in der toscanischen Maremma, daß Gebilde aus der mittleren tertiären Epoche (Meeres- oder Süßwasser-Ablagerungen) längs dieser Eruptions-Linien manchfache Störungen erlitten, welche Linien in früherer Zeit durch den Erguß von Serpentinen bezeichnet wurden. Mit anderen Worten, es war durch die posteocene Eruption, als die große Metamorphose der früher vorhandenen Schichten erfolgte. Alsdann trat eine lange Epoche verhältnißmäßiger Ruhe ein, nach welcher dann zuerst die Ablagerung miocener Conglomerate stattfand, zum großen Theil hervorgegangen aus früher durch die Serpentine umgewandelten Gebilden, wie man in den Hügeln nördlich von Genua und Savona, oder am Monferrato (Superga) sehen kann. Später ereignete sich noch eine furchtbare Störung; die miocenen Schichten wurden in die Höhe gehoben, zertrümmert oder in hochgeneigte Lage gebracht längs den nämlichen großen Linien, die durch eine stärkere plutonische Thätigkeit in der ältern oder Serpentin-Periode bezeichnet worden waren.

Obschon die von uns betrachteten Phänomene sich hauptsächlich auf einen großen Streifen beziehen, der von N.N.W. nach S.S.O. lauft, dessen Länge ungefähr hundert Meilen, dessen Breite etwa fünfundzwanzig Meilen beträgt, so haben mich ein Blick auf Collegno's geognostische Karte von Italien und meine Kenntniß der geologischen Verhältnisse der Gegend überzeugt, daß, während diese Eruptions-Linie kleinere Parallelen umfaßt, noch andere und divergente Linien vorhanden sind, längs welchen die Schichten gleichfalls durch eruptive Massen gestört wurden. Das nordwestliche Italien, namentlich das Genuesische und die Region nördlich von Parma, scheint der Hauptmittelpunkt von Serpentin-Eruptionen, von wo solche Linien

* Vergl. Murchison, über den Gebirgsbau in den Alpen, Apenninen und Karpathen, deutsch von G. Leonhard; S. 42.

** A. a. O. S. 130 ff.

fächerförmig auslaufen, charakterisirt durch mit Unterbrechungen auftretende plutonische Massen und durch metamorphische Gebilde, welche die höchsten Berge Italiens zusammensetzen. In dieser Beziehung fallen die Serpentin-Massen der Apenninen zwischen Bologna und Florenz, die von N.W. nach S.O. sich erstrecken, d. h. von dem Haupt-Störungs-District aus, obwohl divergent von der Linie der apuanischen Alpen und der toscanischen Maremma, genau mit der längeren Axe der Apenninen, dem großen Rückgrat Italiens zusammen, deren Culminations-Punkte, wie am Gran Sasso d'Italia, 9530 Fuß über dem Meer liegen und aus eocenen (nummulitischen) oder Kreide-Gebilden bestehen, die auf Jura-Schichten ruhen.

Wenn wir nun einen Blick auf die andere große Eruptions-Linie im Westen der italischen Küste werfen, charakterisirt durch Serpentine, welche die eocenen und Kreide-Ablagerungen von Corsica durchbrochen haben, so bemerken wir — was Pareto dargethan, * — daß dieselbe fast eine Meridian-Linie bildet. Betrachtet man Italien in großem Maßstab, so dürfte es den Geologen nicht schwer fallen, die physischen Grundzüge des Landes mit den früheren Ursachen der Hebung zu vereinigen. Man erkennt, wie in der labyrinthischen, so sehr gestörten Region, wo die Apenninen eine Biegung machen, um sich mit den Alpen zu vereinigen, die größten Massen von Serpentin auftreten; noch weiter südlich sieht man, wie ein Streifen, aus dem nämlichen plutonischen Material bestehend, in divergenten Rissen und Spalten in die Erdrinde eindrang, und sich in langen, linearen Richtungen nach S.O., S.S.O. und S. erstreckt. Geologische Untersuchungen bestätigten nicht allein diese Thatsache, sondern auch den noch wichtigeren Punkt, daß die plutonischen Massen gleichzeitig ergossen wurden; denn sie haben auf einem Raum von einigen Breitegraden Schichten von dem nämlichen Alter durchbrochen und umgewandelt. Da nun wenige Gegenden Italiens ältere Gebilde, als Lias und Jura enthalten, und es unwahrscheinlich, daß diese submarinen Ablagerungen trockenes Land waren, bevor sich die Kreide und nummulitischen Gebilde auf ihnen absetzen, so dürfen wir mit Recht schließen, daß die linearen Eruptionen von Serpentin und anderen Gesteinen, begleitet von mächtigen Gas- und Hitze-Entwickelungen, allein jene Massen harter, veränderter Schichten (die wieder untergeordnete Parallelen enthalten) hervorbrachten, die auf der Halbinsel nicht selten und

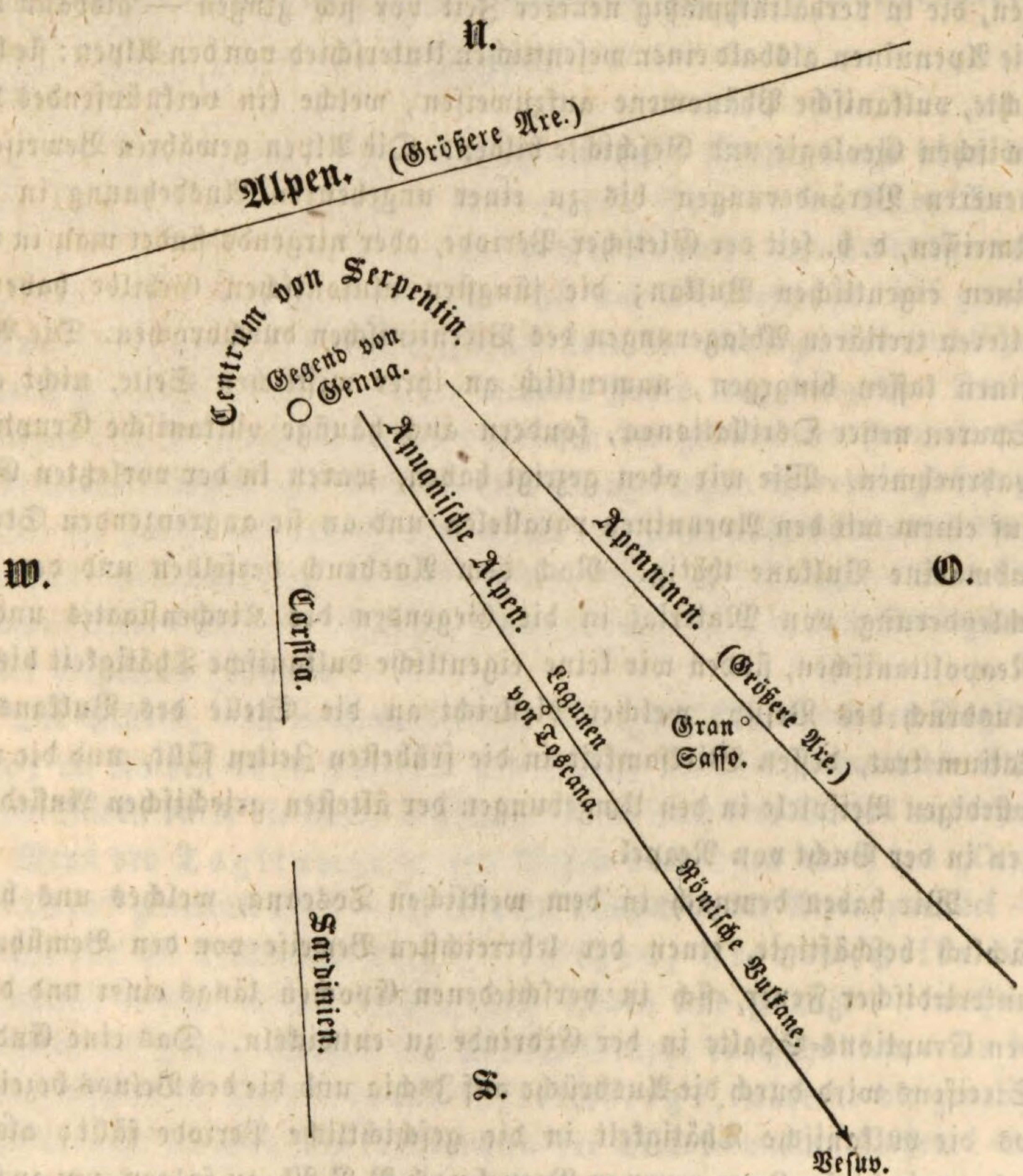
* Wer sich über die mannigfache petrographische Beschaffenheit der unter dem Namen Serpentin begriffenen Gebilde, die alle nach Absatz der nummulitischen Gesteine hervorbrachen, näher unterrichten will, möge die von trefflichen geognostischen Karten begleiteten Werke Pareto's über Ligurien und über Corsica vergleichen. Obschon Pareto den nummulitischen Kalkstein früher zur Kreide zählte, wird er jetzt wohl anderer Ansicht seyn.

deren kurze Schilderung wir versucht haben. Es ist daher zu vermuthen, daß in Italien kein trockenes Land bis zur posteocenen Periode vorhanden war. Da Corsica nur eine nördliche Verlängerung Sardiniens, welches silurische Petrefacten aufzuweisen hat, und da beide Inseln durch eine meridiane Kette alter, krystallinischer Gebilde charakterisirt werden, so waltet kein Zweifel, daß sich dort in dieser Richtung eine sehr alte Masse von Land erhob; eine Vermuthung, die durch den Umstand bestätigt wird, daß die krystallinischen und silurischen Gebilde von paläozoischen Kohlen=Pflanzen und Kohle führenden Schichten bedeckt werden.* Es ist daher gewiß, daß die Serpentin=Eruptionen auf einer Bruch=Linie statt hatten, die mit der nördlichen und

---

* Erst später erhielt ich durch Meneghini in Pisa die Mittheilung, daß er und Savi unzweifelhafte Kohlen=Pflanzen (Pecopteris arborescens und Annularia longifolia) in den Anthracit=Schiefern entdeckt hätten, die auf dem rechten Era=Ufer bei Volterra den untern Theil des „Verrucano", des ältesten Gesteins, von Italien bilden. Diese wichtige Thatsache scheint darzuthun, daß der untere Theil der als Verrucano bezeichneten Gebilde — welche man bisher für die natürliche Basis der Lias=Gruppe hielt, — vom nämlichen paläozoischen Alter ist, wie die Conglomerate von Valorsine und von anderen Orten in den Alpen. Indeß können die in Toscana aufgefundenen Pflanzenreste entweder von einem jetzt von Wassern bedeckten Land stammen, oder von angrenzenden Küsten, von welchen die silurischen und alten krystallinischen Gesteine Sardiniens und Corsica's noch vorhandene Ueberbleibsel sind. Jedenfalls kennt bis jetzt der Geolog in dem nördlichen oder mittleren Italien keine Gesteine, die so alt, daß sie hätten das trockene Land bilden können, auf welchem die von Meneghini und Savi entdeckten Kohlen=Pflanzen wuchsen. Indem Italien in solcher Weise mit den Alpen durch die beiden Gegenden gemeinschaftlichen anthracithischen Kohlenpflanzen in eine noch nähere Beziehung tritt, muß ich hier auf eine neuere Bemerkung von Heer (Mittheilungen der naturwissenschaftlichen Gesellschaft in Zürich, 1850) aufmerksam machen; Heer glaubt nämlich, daß die bei Petit=Coeur in Savoyen vorkommenden pflanzlichen Reste von Landgewächsen stammen, und daß die Schichten, in welchen sie gefunden worden, nicht mit jenen Gebilden vereint werden können, welche Ueberbleibsel von Meeresbewohnern, von Belemniten enthalten. Die Ansichten des Schweizer Naturforschers stimmen so sehr mit den meinigen überein, wie ich sie in meiner Schrift über die Alpen, Apenninen und Karpathen niederlegte, daß ich hier nur noch beifügen kann, daß meine Schlüsse einzig auf den Profilen, auf der Reihenfolge und Lagerungs=Weise der Schichten beruhen. Ich bemerkte ausdrücklich, daß ich ganz gegen meinen Wunsch handelte, indem ich die Pflanzen= und Belemniten=Reste in verschiedenen, d. h. getrennten Formationen zu finden hoffte. Trotz des großen Gewichtes, das auf paläontologische Beweise zu legen ist, scheinen bei Petit=Coeur physische Thatsachen die von Elie de Beaumont und Sismonda ausgesprochene Behauptung zu unterstützen. Ich stellte indeß am genannten Orte nicht in Abrede, daß vielleicht durch eine ungewöhnlich starke Umstürzung und andere Phänomene dies eigenthümliche Verhältniß herbeigeführt worden. Endlich ist noch der Umstand zu beachten, daß gerade die Haupt=Gegner Beaumont's und Sismonda's nicht an Ort und Stelle waren, was sie jedenfalls thun sollten, ehe man ihnen eine entscheidende Stimme gönnen darf.

südlichen Richtung zusammenfällt, welche diesem Land schon in einer sehr frühen Epoche eingeprägt worden war — Eruptionen also, die obwohl divergent, gleichzeitig mit den Haupt-Erhebungs-Axen in Italien waren. Indem ich die divergenten Linien des Bruches und der Erhebung, welche gleichzeitige Eruptionen und Störungen beweisen, zur Sprache brachte, will ich meine Mittheilungen über die Alpen und Apenninen damit endigen, daß ich auf die großartigen Phänomene aufmerksam mache, die beiden Gebirgen gemeinschaftlich und zugleich sie unterscheiden. Ein Blick auf beifolgende Figur wird dies anschaulicher machen. Die Richtung der Haupt-Gebirge



Italiens ist unter mehr oder weniger rechtem Winkel zu der vorherrschenden Richtung der Alpen; in beiden Gebirgs-Ketten fanden die bedeutendsten Störungen und Umwandlungen nach der nummulitischen Periode statt, und nochmals nach Ablagerung der miocenen Gebilde. In den Schweizer und österreichischen Alpen sind die wichtigsten Erscheinungen des Metamorphis-

mus, der Hebung, der Umstürzung auf gewissen Linien zu beobachten, denen eine ostnordöstliche und westsüdwestliche Richtung eigen, während in den Apenninen die nämlichen Veränderungen in denselben Perioden auf von N.W. nach S.O. laufenden Streifen, die sogar zuletzt eine meridiane Richtung annahmen, je mehr sie sich den älteren paläozoischen Gesteinen von Sardinien und Corsica nähern. Die alpinischen und sardinischen Störungs-Linien entstanden, trotz ihrer verschiedenen Richtung, längs alter Küsten, deren Schichten paläozoische Versteinerungen enthalten. Wenn wir uns aber von der Betrachtung längstvergangener Ereignisse jenen Veränderungen zuwenden, die in verhältnißmäßig neuerer Zeit vor sich gingen — alsdann bieten die Apenninen alsbald einen wesentlichen Unterschied von den Alpen: sie haben ächte, vulkanische Phänomene aufzuweisen, welche ein verknüpfendes Band zwischen Geologie und Geschichte bilden. Die Alpen gewähren Beweise von neueren Veränderungen bis zu einer ungeheuren Ausdehnung in ihren Umrissen, d. h. seit der Gletscher-Periode, aber nirgends findet man in ihnen einen eigentlichen Vulkan; die jüngsten plutonischen Gebilde haben die älteren tertiären Ablagerungen des Vicentinischen durchbrochen. Die Apenninen lassen hingegen, namentlich an ihrer westlichen Seite, nicht allein Spuren neuer Oscillationen, sondern auch häufige vulkanische Eruptionen wahrnehmen. Wie wir oben gezeigt haben, waren in der vorletzten Epoche auf einem mit den Apenninen parallelen und an sie angrenzenden Streifen submarine Vulkane thätig. Nach dem Ausbruch derselben und der Ausschleuderung von Material in die Gegenden des Kirchenstaates und des Neapolitanischen, finden wir keine eigentliche vulkanische Thätigkeit bis zum Ausbruch des Vesuv, welcher vielleicht an die Stelle des Vulkans von Latium trat, dessen Wirksamkeit in die früheſten Zeiten fällt, und die merkwürdigen Beispiele in den Umgebungen der ältesten griechischen Ansiedelungen in der Bucht von Neapel.

Wir haben demnach in dem westlichen Toscana, welches uns hauptsächlich beschäftigte, einen der lehrreichsten Beweise von den Bemühungen unterirdischer Feuer, sich in verschiedenen Epochen längs einer und derselben Eruptions-Spalte in der Erdrinde zu entwickeln. Das eine Ende des Streifens wird durch die Ausbrüche auf Ischia und die des Vesuvs bezeichnet, wo die vulkanische Thätigkeit in die geschichtliche Periode fällt; alsdann haben wir dieser Zone nur von Neapel nach N.N.W. zu folgen, um zu sehen, wie längs derselben in einem Theil des Kirchenstaates ältere Vulkane auftreten, und wie sie endlich mit jenen Schauplätzen der ältesten plutonischen Phänomene zusammentrifft, wo zum Theil unterirdische vulkanische Wirksamkeit sich noch durch die heißen Dämpfe der toscanischen Maremma kund gibt.

Anhang.

Ueber
die geschichteten Gebirgsformationen in den Venetianer-Alpen.

Die Gegend, welche dieser Aufsatz schildert, fesselte lange schon die Aufmerksamkeit der Naturforscher. Audouini, Fortis, da Rio, Marzari, Brongniart, Catullo, Pagini, Brocchi und Trettenero haben sich bereits mit ihr beschäftigt. Ich war fest überzeugt, daß gerade der Theil unserer Berge vielen Aufschluß über die Geologie des nördlichen Italiens gewähren würde und stellte mehrere Jahre lang fortgesetzte Untersuchungen an, um genaue Parallelen zwischen den geschichteten Formationen der Venetianer-Alpen und den bekannten Ablagerungen Europa's ziehen zu können. Es glückte mir, gewisse geologische Horizonte aufzufinden und durch wiederholte Beobachtungen die Richtigkeit früherer zu bestätigen. Das Resultat derselben wird, wie ich hoffe, einen tieferen Blick in den Gebirgsbau unserer Gegenden gestatten.

Der Distrikt, von welchem die Rede, wird im Osten durch den Tagliamento, im Norden durch Kärnthen und Tyrol, im Westen durch die Etsch und im Süden durch die Ebene begrenzt, die sich nach dem Po hin ausdehnt.

Wenn der Tagliamento von Westen nach Osten durch das „Canal di Sochieve“ genannte Thal — welches der Hauptkette der Alpen parallel — geflossen und die Waldbäche Lumici, Degau, Bret und Fella aufgenommen, wendet er sich plötzlich nach Süden und gelangt — nachdem er Gebilde der Jura-, Kreide- und Tertiär-Gruppe durchschnitten — in die Ebene zwischen S. Daniele und Spilimbergo, während die genannten Waldbäche zwischen älteren Schichten der Triasformation fließen. Bereits im Jahr 1824 hat L. v. Buch gezeigt, daß der Tagliamento von seiner Quelle an bis zur Verbindung mit der Fella die Grenze zwischen den Kalkstein-Bergen im Süden und den Formationen im Norden bildet, die er damals Grauwacke nannte. Leicht kann man sich von der Richtigkeit der Beobachtung L. v. Buch's überzeugen; denn da das Thal „Canal di Sochieve“ parallel mit der Hauptkette zieht, fallen die Kalkstein-Schichten

von N. W. nach S. O., während die älteren Gesteine in den Querthälern entblößt sind, in welchen die Waldbäche von der Hauptkette aus dem linken Tagliamento-Ufer zu fließen. In diesen Thälern verrathen glimmerige Sandsteine, thonige Schiefer, mächtige Sandstein-Bänke, begleitet von Gyps, Dolomit und bituminösem Kalkstein das Vorhandenseyn älterer Gebirgsformationen. Auch Schichten von Kohle treten, und zwar wie es scheint, zwischen dolomitischen Gebilden auf. Der ausgezeichnete Botaniker Meneghini konnte sich nicht überzeugen, ob die fraglichen Felsmassen zum Trias oder Zechstein gehören; nach den Petrefacten, die ich fand, schließe ich auf Trias. Sie bestehen aus verschiedenen Arten von Avicula, worunter A. socialis (*Schlot.*), Terebratula vulgaris (*Schlot.*) und andere unbestimmbare Versteinerungen von triasischem Charakter. Die mächtigen Kalkstein-Schichten unter dem Sandstein führen die erwähnten Petrefacten nicht, weßhalb ich sie für älter halte als Muschelkalk. In einem besonderen Werke über die Geologie von Friaul, soll dies mehr erörtert werden. Gewiß ist, daß die Sandsteine über den Kalksteinen zum Trias gehören. Auf von Dechen's bekannter Karte ist eine beträchtliche Formation glimmeriger Schiefer nördlich vom Tagliamento, zwischen den Quellen der Flüsse Piave und Degau angegeben und östlich von letzterer findet sich eine isolirte Masse thoniger Schiefer zwischen den Jura-Gebilden von Friaul und der poecilischen Formation der Krainer-Alpen. Ich bezweifle nicht, bei weiteren Forschungen in dieser Gegend noch ältere Felsmassen aufzufinden, aber bei Paluzzo, Rigolato, Sapada bis zu den Quellen des Piave, bestehen die höheren Berge ausschließlich aus Jura-Gebilden. Diese Formation setzt alle die Höhen zusammen, welche die Thäler begrenzen, durch die die Waldbäche Argino, Meduna und Zelline fließen, so wie die Gipfel der höheren Berge von Friaul, deren Fuß, wie schon bemerkt, gegen Norden, triasische Gesteine ausmachen. Nach Süden zu, und in gewissen Mulden herrschen in den höheren Regionen Neocomien und Kreide-Schichten, während die Tertiär-Gesteine in Hügeln an der Seite des Tagliamento auftreten, namentlich östlich von dessen linkem Ufer, unfern Venzone und Gemona; südlich von da, zwischen S. Daniele und Trigesino bestehen die fruchtbaren Hügel aus neueren Sand- und Conglomerat-Schichten, deren untere Bänke mit Tertiär-Gebilden in Verbindung stehen, die oberen hingegen gehören dem Diluvium an. In den nördlichen Theilen von Friaul zieht sich der Trias ununterbrochen bedeckt von Jura-Gebilden bis zu den Thälern hin, wo der Piave entspringt. Hier gewinnen die unteren Sandstein-Schichten große Mächtigkeit und ruhen auf Glimmerschiefer, der mehr oder weniger deutlich die Basis aller hohen Berge im lombardo-venetianischen Gebiet ausmacht und besonders am nördlichen

Gehänge dieser großen äußern Barriere der Alpen von Tyrol und von Kärnthen entwickelt ist. Glimmerschiefer und Sandstein sind also in den mit dem Piave parallel laufenden Thälern verbreitet und können von da bis zum Cadore verfolgt werden.

Eine beträchtliche Ausdehnung gewinnen diese Gebilde in den Bergen zwischen den Thälern von Serten und von La Boite; hier zeigen sich an einigen Orten über dem Trias thoniger Schiefer und grauer Kalkstein, die wohl zum Lias gehören dürften; es fehlt indeß zur Bestimmung an Petrefacten. Steigt man das Thal von La Boite hinab und wendet sich südlich, so verschwinden die älteren Felsmassen unter Jura-Schichten, welche die Berge bis zum Becken von Belluno zusammensetzen, während in den Thälern von Zoldo und Cordevole auf dem rechten Piave-Ufer die älteste Versteinerungen führende Gruppe auf's Neue zum Vorschein kommt, in einer der im Thal von La Boite parallelen Linie. Ihre Grenzen kann man verfolgen in die Districte von Agordo und Primiero nach Valsugana und dem Becken von Trident in einer nordöstlich und südwestlich laufenden Linie, die unter rechtem Winkel zu dem allgemeinen Schichten-Fall steht. Alle die Bergmassen nördlich von dieser Linie bestehen aus älteren Gesteinen, in welchen durch Granite, Porphyre und Melaphyre vielfältige Störungen hervorgerufen worden. Im Süden der Linie erhebt sich gleich einem mächtigen Damm gegen die älteren Formationen die bedeutende Masse von Oolith, Neocomien, von Kreide, von eocenen, miocenen und pliocenen Gebilden in gleichförmiger Lagerung.

So weit können meine Beobachtungen nur jene von Murchison im Jahr 1829 bestätigen, d. h. die gleichförmige Lagerung der jurassischen, Kreide- und Tertiär-Formationen. Dies kann man in den durch eruptive Gebilde am meisten gestörten Gegenden sehen, und zwar bis zu den tiefsten Gesteinen; denn der Parallelismus der Schichten vom Glimmerschiefer bis zum Jura zeigt sich sowohl im District von Recoaro, einem durch dioritische Ausbrüche gehobenen Trias-Eiland, als auch südlich von der genannten Linie und inmitten der oolithischen Gesteine des Vicentinischen.

Meine Untersuchungen in den Umgebungen von Belluno — theilweise jene von Catullo bestätigend — setzen mich in den Stand, die südliche Grenze des Glimmerschiefers und des Trias anzugeben von dem Becken von Trident längs der Brenta nach Valsugana, dann durch den Canal di S. Bavo, durch die Thäler von Cismon, Mis, Cordevole, Maé, Boite bis zum oberen Theil des Cadore, wo sie sich nach Osten wendet und dem linken Tagliamento-Ufer folgt. Allerdings bestehen die Berggipfel manchmal aus Jura-Gesteinen, aber die Thalwände und Sohlen zeigen stets ältere Felsmassen, die den Hauptheil der das Fiemme- und

Fassathal begrenzenden Berge bilden, so daß also in beiden Thälern, so wie in den Querthälern von Travignolo, S. Pellegrino, Livinallungo und besonders bei St. Cassian der Trias allenthalben deutlich entwickelt ist und seine bezeichnendsten Petrefacten führt. Die genannte Linie, die nicht allein auf meinen eigenen, sorgfältigen Beobachtungen, sondern auch auf jenen von Pasini, Fuchs und Catullo beruht, nöthigt uns, manche der auf den Karten von v. Dechen und Morlot als jurassisch bezeichneten Gesteine den älteren Felsmassen beizuzählen. Die tief eingeschnittenen Thäler bei Belluno gewähren Gelegenheit, diese Gebilde und ihre gleichförmige Lagerung auf's Beste kennen zu lernen. Die jurassischen Massen, welche die Kämme der hohen Berge in Tyrol im Bellunesischen, im Gebiete von Cadore und Friaul bilden, reichen bis zu den Thälern von Piave und der Brenta herab, wo sie durch Kreide- und Tertiär-Schichten bedeckt werden, die sich gegen die Ebene von Venedig hinsenken. Man kann sie häufig beobachten in den Thälern der Brenta von Bassano nach Borgo di Valsugana, des Piave von Belluno nach Peraroto; im Pantena-Thal im Veronesischen, auf dem Weg von Vallarsa nach Roveredo und von da nach Trident; im Astico-Thal in der Sette Communi und endlich in den Querthälern, die das große Kalk-Plateau durchschneiden. Bevor von den eigentlichen Jura-Gebilden die Rede, muß ich der Gesteine gedenken, die jünger als Oolith und älter als Trias. In verschiedenen Alpen-Gegenden treten oberhalb der Schichten des letztern braune oder grünliche Schiefer, verbunden mit blaugrauem Kalkstein auf, die offenbar älter sind, als Oolith und wahrscheinlich dem Lias angehören. Sie finden sich bei Cadore, im Bellunesischen, in Tyrol, da sie indeß keine Versteinerungen enthalten, so bleibt ihr Platz in der Reihe geschichteter Formationen unsicher. Man vermißt dieselben in den großen Thälern vom Piave, der Brenta, des Astico, Agno und der Etsch, statt deren zeigen sich unterhalb des Ooliths wechsellagernde Schichten dichten und krystallinischen Kalksteins; es sind ohne Zweifel etwas umgewandelte Schichten, die zwischen den Keuper und den untern Oolith oder das „système Bathonien" von d'Orbigny gehören. Die krystallinische Structur deutet an, daß diese Schichten eine Veränderung durch plutonische Gebilde erlitten haben. Demungeachtet lassen, wo nur diese Gebilde auf dem Trias ruhen, die Schichten desselben keine Spur von Metamorphismus wahrnehmen, und ich möchte behaupten, daß sämmtliche sedimentäre Schichten in der ganzen Gegend vom Glimmerschiefer aufwärts bis zu den krystallinischen Kalksteinen nicht die geringste Veränderung durch plutonische Massen zeigen, ausgenommen in der unmittelbaren Nähe der letzteren, so daß also die ganze Formation keineswegs das Gepräge des

Metamorphismus trägt. Ich kann diesen Metamorphismus der erwähnten Kalksteine und den Mangel an Petrefacten nur einer Temperatur-Erhöhung und dem Erguß von Gasen zuschreiben, welche die damals in dem Meere sich absetzenden Schichten veränderten. Irgend eine Ursache muß in horizontaler Richtung gewirkt haben, nicht in vertikaler, wie es gewöhnlich bei wahrer plutonischer Thätigkeit der Fall. Vielleicht haben sich an mehreren Orten Spalten oder Schlünde geöffnet, aus denen Gase von bedeutender Hitze begleitet, entströmten, die sich dem Trias-Meere mittheilten und die chemische Veränderung der damals sich ablagernden Schichten bedingten und deren krystallinische Bildung selbst an den von den Spalten entfernteren Orten begünstigten. Die mit den krystallinischen Kalken wechsellagernden dichten Kalksteine, sprechen gegen eine solche Hypothese; man kann indeß annehmen, daß die Gas-Emanationen zu wiederholten Malen, nach Momenten der Ruhe stattfanden, in welchen das Meer seine frühere Temperatur zu gewinnen suchte, wie solche Epochen der Ruhe noch jetzt bei thätigen und Schlamm-Vulkanen vorkommen.

Es scheint mir wenigstens, daß sich durch diese Theorie der fehlende Metamorphismus in den unteren Schichten, die Abwechselung von krystallinischem und dichtem Kalkstein und der allmählige Uebergang des letztern in jurassische Gebilde erklären läßt. Die oolithische Structur, in vulkanischen Regionen und in der Nachbarschaft von heißen Quellen so häufig, scheint mir von thermalen Ursachen abhängig und in gewissem Verhältniß zu deren Intensität zu stehen. Die Abwechselung oolitischer und dichter Kalkstein-Lagen deuten die Epochen der Thätigkeit und der Ruhe an, der allmählige Uebergang in den höheren Schichten auf eine langsame Abkühlung der Temperatur des Meeres. Die krystallinischen Kalksteine, welche die untere Grenze der jurassischen Gesteine zu bilden scheinen, werden von anderen Kalken mit Oolith-Structur bedeckt, die wieder mit dichten Kalksteinen und mit Kalkstein-Conglomeraten wechsellagern. Versteinerungen sind in dem krystallinischen wie in dem oolithischen Kalkstein selten, aber häufig in einem grauen, gelben oder röthlichen Kalkstein, der zwischen den Oolithen auftritt, und Abdrücke von Trochus und Melania enthält, den Arten ähnlich, die in Deutschland, England und Frankreich als Leitmuscheln des unteren Oolith gelten. Der nämliche Kalkstein führt eine neue Art von Perna, der Gervillia Benauxiana *d'Orb.* gleichend. Oberhalb desselben findet sich in grauen Schichten der wohlbekannte Phytolites von Rozzo in der Sette Communi. Diese pflanzlichen Reste, welche ich in meinem Werk über die Alpen ausführlich beschreiben will, dürften nur wenig bekannt seyn; ich bemerke einstweilen nur, daß auch die Schichten, in welchen sie enthalten, dem unteren Oolith angehören. Mergel, wechselnd mit aschgrauen Schichten,

mit Terebratula ornithocephala *Sow.*, T. bullata *Sow.*, einer Astarte, Nerinea und mit anderen schlecht erhaltenen Petrefacten, kündigen das Beginnen des mittleren Ooliths an. Dann folgt weißer, rother und gelber „Lumachello"-Marmor, in welchem keine Versteinerungen, Spuren von Astarte ausgenommen; er gleicht dem Terebratula ornithocephala enthaltenden Marmor von Arzo in der Lombardei. Oberhalb des Lumachello, der mehrere Berge zusammensetzt, erscheint der rothe, weiße und graue Kalkstein, bekannt unter dem Namen Ammoniten-Kalkstein, wegen der zahllosen Ammoniten in seinen Schichten. In dem Becken von Trident, in den das Etschthal bildenden Bergen, im Becken von Roveredo, in den Bergen im Veronesischen und in der ganzen ungeheuren Kalk-Region, die sich in der Sette Communi und auf dem linken Ufer der Brenta nach Belluno und Friaul ausdehnt, kann man diesen wohlcharakterisirten Horizont verfolgen. Selbst in den Euganeen — die sich einer Insel gleich aus der Ebene, dreißig Meilen vom Gebirge entfernt, erheben — habe ich unter all der Verwirrung und Zerstörung, welche das Emporsteigen der Trachyte und Basalte veranlaßte, die Jura-Formation durch die Gegenwart dieses an Petrefacten reichen Ammoniten-Kalksteins erkannt. Den Leitmuscheln gemäß ist er als ein Aequivalent des Oxford-Thon und Coralrag von England anzusehen und darf nicht mit den anderen rothen Kalksteinen in Italien verwechselt werden, die zum Lias gehören.

Folgende Versteinerungen sind die häufigsten:

Ammonites anceps *Ziet.*,
„ athleta *Phill.*,
„ viator *d'Orb.*,
„ Hommairei *d'Orb.*,
„ Zignodianus *d'Orb.*,
„ Tatricus *Pusch.*
Cidaris coronata *Goldf.*,
Glypticus hieroglyphicus *Agass.*,
Ananchytes bicordata *Lam.*

In den oberen Schichten finden sich Ammonites perarmatus *Sow.*, A. biplex *Sow.*, einige Aptychus-Arten aus der Familie der Lamellosi, Terebratula diphya *Buch*, und eine Terebratula der T. triangularis *Nilss.* nahe stehend.

Es dürfte demnach scheinen, als ob die oberen Schichten des Ammoniten-Kalksteins, welche sehr thonig, das obere Jura-Gebilde vertreten. In gleichförmiger Lagerung über dem Ammoniten-Kalk — wie man auf dem Plateau und an dem südlichen Gehänge der Kette sehen kann — erscheinen verschiedene Glieder der Kreide-Gruppe.

Bisher hatten die Geologen Italiens unter dem Namen „Scaglia" alle Schichten begriffen, die die obere Kreide vertreten, während Andere den Ammoniten-Kalkstein als Repräsentanten des unteren Grünsand ansahen. Auf der Naturforscher-Versammlung zu Mailand im Jahr 1844 zeigte L. v. Buch, daß der Ammoniten-Kalk zum Oolith gehöre; die Petrefacten, welche ich seitdem in demselben fand, bestimmen mich, ihn der Oxford-Gruppe zuzutheilen. Auf gleiche Weise versuchte ich durch die Versteinerungen die verschiedenen Kreide-Schichten zu unterscheiden, die auf dem Ammoniten-Kalksteine liegen. Die untersten bestehen aus einem weißen oder grauen Kalkstein mit muscheligem Bruch, den wir Biancone nennen. Seine gleichförmige Lagerung auf dem Ammoniten-Kalkstein hatte mit den Petrefacten unbekannte Geologen veranlaßt, ihn zum oberen Oolith zu rechnen, während Andere, auf petrographische Merkmale gestützt, das Gestein mit gewissen Schichten der Scaglia verwechselten, die, obgleich dünner geschichtet, dem Biancone gleichen und nur durch ihre Petrefacten unterschieden werden können.

Im Biancone des Vignola-Berges in den Euganeen, entdeckte ich zuerst Arten von Crioceras, zumal Crioceras Emmerici *Lév.*, der für die unteren Neocomien-Schichten so charakteristisch ist. Ich schloß daraus, daß dies Gestein unser Repräsentant des Neocomien-Systemes sey, und verlor keine Zeit, mich durch das Studium der Biancone-Petrefacten — die von mir, da Rio und Parolini gesammelt — zu unterrichten. Nach sorgfältigen Forschungen hatte ich aus dem Biancone der Euganeen, in der Gegend von Padua, von jener Bank über dem Oolith-Plateau der Sette Communi und von jenem, welches die Basis der Hügel im Vicentinischen bildet und sich bis nach Friaul ausdehnt, folgende Petrefacten gesammelt, die in hohem Grade bezeichnend für die Neocomien-Formation:

Belemnites latus *Blainv.*
„ dilatatus *Blainv.*
Ammonites incertus *d'Orb.*
„ difficilis *d'Orb.*
„ quadrisulcatus *d'Orb.*
„ Morelianus *d'Orb.*
„ cryptoceras *d'Orb.*
„ subfimbriatus *d'Orb.*
„ rectirostratus *d'Orb.*
„ Juilleti *d'Orb.*
„ Astiarianus *d'Orb.*
„ inaequalicostatus *d'Orb.*
„ infundibulum *d'Orb.*

Crioceras Villiersianum *Leym.*
" Duvali *Lév.*
" Emerici *Lév.*
Ancyloceras pulcherrimum *d'Orb.*
" Puzosianum *d'Orb.*
Aptychus Didayi *Cogd.*
" radians *Cogd.*

In den oberen Schichten fand ich Hippurites neocomiensis *d'Orb.*, welcher den oberen Neocomien oder das „terrain Aptien" anzudeuten scheint. Nach meinen Beobachtungen sind daher in den Venetianer=Alpen die beiden Neocomien=Gruppen entwickelt und durch die Biancone vertreten. Die Paläontologie setzte mich ferner in den Stand, Spuren einer Formation zu entdecken, welche italienische Geologen bis jetzt vergeblich in den Alpen gesucht hatten, ich meine den Gault, das „terrain Albien" d'Orbigny's. Ich wurde durch gewisse Cephalopoden=Reste geleitet, die in einem thonigen Kalkstein auf Neocomien=Schichten in dem Plateau der Berge von Sette Communi lag. Die Reste bestehen in einem Hamites, den ich bei Galio fand, wahrscheinlich H. Bouchardianus, den d'Orbigny und Bouchard de Chanteraux in den Thonen des Gault von Wissant sammelten; ferner ein junges Exemplar von Ammonites Velledi *Michelin*, das ich aus den Umgebungen von Canova erhielt, einen andern Ammonit, höchst wahrscheinlich A. Royssianus *d'Orb.* aus dem Frenzena=Thal, und endlich A. nodocostatus *d'Orb.* — zuerst gefunden im Gault von Escargnolle im Var=Departement durch Astier — der bei Galio entdeckt wurde. So gering die Zahl dieser Versteinerungen auch ist, rechtfertigen sie dennoch den Ausspruch, daß die thonigen Kalkstein=Schichten über der Biancone in der Sette Communi Gault=Petrefacten enthalten und deßhalb zu dieser Gruppe zu zählen sind. Leicht können die fraglichen Schichten mit den darunter oder darüber liegenden verwechselt werden; denn petrographischer Unterschied waltet nicht ob. Die organischen Reste allein bestimmen die Grenze.

Zwischen den eben beschriebenen Gebilden und der Scaglia — die ich zur weißen Kreide oder dem „terrain Sénonien" rechne — tritt ein Gestein von beträchtlicher Mächtigkeit auf, ein kalkiges Conglomerat, das namentlich in den Umgebungen von Belluno sehr entwickelt ist. Nach Pasini und Catullo kommt es auch in den Bergen vor, die den See von S. Croce umgeben und die Höhen von Alpago bilden. Der letztgenannte Geolog zählt das Gestein zur Neocomien=Gruppe, der erstere hält es für weit älter. Was mich betrifft, so rechne ich dasselbe zum oberen Grünsand, dem „terrain Turonien", sowohl seines geognostischen Auftretens, als der organischen

Reste wegen. Denn außer vielen neuen, durch Catullo beschriebenen Arten, finden wir auch einige Leitmuscheln der „Craie chloritée."

Die neuen Arten Catullo's sind:

Nerinea Borsoni *Bronn.*
Hippurites nanus *Cat.*
„ contartus *id.*
„ maximus *id.*
„ fasciatus *id.*
„ rugulosus *id.*
„ Fortisii *id.*
„ Turricula *id.*
„ dilatatus *id.*
„ imbricatus *id.*
„ Zoveti *id.*
Sphaerulites duplovalvata *Cat.*
„ umbellata *id.*
„ da Rio *id.*
„ Gazola *Kefst.*
Baculites Alpaghina *Cat.*
„ flexuosa *id.*

Die Petrefacten, welche mich bestimmten, die Schichten dem oberen Grünsand oder dem „terrain Turonien" d'Orbigny's gleichzustellen, sind:

Acteonella laevis *Sow.* sp.
„ gigantea *Sow.* sp.
Actaeon ovum *Duj.* sp.
Hippurites cornu-pastoris *Desmoul.*
„ organisans *Desmoul.*
Radiolites Ponsianus *d'Archiac* sp.

Eine andere Classification dieser Ablagerung scheint mir mit paläontologischen Grundsätzen unverträglich; auch wird meine Meinung durch eine frühere Behauptung d'Orbigny's bestätigt: daß die Rudisten in Italien auf diese dritte Zone beschränkt seyen. Vor meiner Entdeckung ächter Neocomien-Schichten, hatte man die Rudisten in diesem Theil Italiens zum Neocomien gerechnet, aber sie wurden selbst unter den an Jura-Petrefacten reichen Ammoniten-Kalkstein versetzt. Nachdem aber L. v. Buch auf der Versammlung zu Mailand dem Ammoniten-Kalkstein die richtige Stelle im Oolith-Gebilde angewiesen hatte, wurden diese Hippuriten-Schichten von Santa Croce mit der Scaglia verwechselt, welche Scaglia paläontologischen Gründen gemäß zur oberen Kreide, dem „terrain Sénonien" gezählt werden muß.

Die obere Kreide-Gruppe jener Gegend besteht entweder aus rothem, sandigen Kalkstein, oder aus rothem, weißem und grauem thonigen Kalkstein, von den Italienern Scaglia genannt. Sie wird durch wahre Petrefacten der weißen Kreide charakterisirt, z. B. Ananchytes ovata *Lam.*, A. tuberculata *Defr.*, Holaster natica, Inoceramus Cuvieri *Sow.*, I. Lamarckii *Park.* Ihre Schichten wechseln in der Mächtigkeit, sind aber gewöhnlich dünn, zerbrechlich und stets schieferig, woher der Name Scaglia. Nach unten gehen sie in graue Gesteine über, mit dunklen Flecken von Fucoiden herrührend. Bisweilen ist ihnen ein schwarzer, bituminöser Kalkstein untergeordnet.

Diese Gruppe bildet allenthalben in den Venetianer-Alpen die Basis des Kreide-Systemes. Ohne Versteinerungen würde es schwer seyn, ihre Grenze zu verfolgen, wegen der gleichförmigen Lagerung der Gesteine, von den tiefsten Schichten des Trias bis zu den neuesten, was uns auf eine lange Epoche der Ruhe in diesem Theil Europa's schließen läßt. Allerdings haben während der Ablagerung Eruptionen plutonischer Massen, Bildungen von Conglomeraten stattgefunden, aber solche Ausbrüche waren nur beschränkt und auf keine Weise mit der großen Hebung im Zusammenhang, verursacht durch die plutonischen Gebilde in Tyrol. Das Heraufbringen von Melaphyren, Doleriten, Basalten, Trachyten u. s. w., hat das Hervorstoßen von Glimmerschiefer und Trias im Becken von Trident und Recoaro, die Hebung der Euganeen und der großen Tertiär-Ablagerung im Vicentinischen veranlaßt. Gegen das Ende der secundären und während des Anfangs der tertiären Epoche, fanden die basaltischen Eruptionen statt. Sie wurden so ausführlich von Brongniart in seinem Werke über die Kalk- und Trapp-Gebilde des Vicentinischen geschildert, daß ich nur eine Bemerkung beifügen will, nämlich: die basaltischen Conglomerate haben an vielen Orten die obere Kreide bedeckt und sich mit den damals sich ablagernden tertiären Kalksteinen vermengt, so daß eine Trennung beider Formationen höchst schwierig ist; an anderen Stellen war die Menge des Basaltes so gering, daß derselbe mit den eocenen Schichten einen kalkigen Sandstein bildete. In den Euganeen enthält z. B. ein solcher Sandstein: Operculina complanata *Bast.* sp., Nummuliten, Crinoideen-Stiele, Pentacrinites didactylus *d'Orb.* und nimmt seine Stelle auf Kreide mit Ananchytes tuberculatus *Defr.* und Inoceramus Lamarckii *Park.* ein. Im Berici-Gebirge gehen diese Sandsteine in Grobkalk über mit Cerithium giganteum *Lam.* und bei Montecchio Maggiore, bei Ronca und Bolca im Veronesischen enthalten die Conglomerate und Kalksteine zahllose eocene Leitmuscheln, die man wieder bei Castel Gomberto im Val di Lonte und an der Basis der ganzen tertiären Hügel-Zone von Verona bis nach

Friaul trifft; denn sie wurden nachgewiesen bei Bassano, bei den Hügeln von Asolana und am Piave. Ein besonders interessanter Ort ist das Dorf Galio in der Sette Communi, wo in fast 3000 Fuß Meereshöhe Kalkstein mit Cerithium giganteum gleichförmig auf oberen Kreide-Bänken ruht. Die nämliche Verbindung kann man bei Bassano beobachten, an den Wänden des Brenta-Thales, wie schon Murchison gezeigt hat. Alle meine Beobachtungen bestätigten die interessanten Thatsachen, welche der berühmte Geolog vor einiger Zeit bekannt gemacht hat.*

Ein weiterer Verbindungspunkt der beiden Formationen ist auf dem Kamm der Berge zu sehen, die das Agno- und Schio-Thal trennen. Steigt man herab gegen Magré über Conglomerate und nummulitische Schichten, so kommt man zu einem rothen, der Scaglia ähnlichen Kalkstein, der kleine Nummuliten enthält, die allmählig verschwinden und den für die weiße Kreide bezeichnenden Ananchytes und Inoceramus Platz machen. Wendet man sich südlich zu den Hügeln von San Malo nach Ennichilina hinab, so gelangt man zu einer Schicht, reich an Nummuliten von der verschiedensten Größe, von einer Breite von drei- bis fünfundvierzig Millimeter (0,118 bis 1,77 Zoll) und zwei bis acht Millimeter (0,078 bis 0,314 Zoll) dick. Wie gewöhnlich, sind die kleineren die dickeren; denn die größeren haben kaum einen Durchmesser von zwei Millimeter. Verneuil und Archiac — denen ich Exemplare zusendete, glauben Nummulites Biaritzana *d'Arch.* zu erkennen, so wie N. polygyratus *Desh.* und N. distans *Desh.* aus der Krimm. Außerdem führen diese Schichten Trochus cumulans *Brongn.*, zwei Arten von Bulla, wovon eine der B. lignaria *Linn.* verwandt, Terebellum obvolutum *Brongn.*, kleine Arten von Cypraea, Abdrücke oder Steinkerne von Cerithium, Natica, Conus, Mactra und endlich den ausgezeichneten Nautilus, der die Nummuliten-Schichten im Vicentinischen so sehr charakterisirt. Mit den Nummuliten finden sich Glieder von Apiocrinites ellipticus *Miller*. Demnach zu urtheilen müßte dies Kreide-Petrefact bis in die Tertiär-Periode hinein gelebt haben, oder es gingen die fraglichen Schichten aus regenerirtem Material der oberen Kreide während der basaltischen Eruptionen am Schluß der Kreide-Epoche hervor — eine Frage, deren Beantwortung der Ort nicht zuläßt. Ich glaube, daß die Fortschritte in der Paläontologie uns in den Stand setzen werden, Uebergangs-Schichten jener Formationen anzunehmen, die gleichförmig auf einander liegen. Diesem

---

* Ueber den Gebirgsbau in den Alpen, Apenninen und Karpathen von R. J. Murchison, deutsch von G. Leonhard.

Gegenstand gewidmete Untersuchungen werden vielleicht darthun, daß das „terrain Etrurien“ des verstorbenen Villa (wie ich früher vermuthete) aus unteren tertiären und oberen Kreide-Schichten besteht.

Oestlich von der Brenta treten vulkanische Gesteine und Conglomerate nicht mit den unteren tertiären Ablagerungen auf. Letztere bestehen aus aschgrauen Mergeln, reich an eocenen Petrefacten, wechsellagernd mit Kalksteinen, die Nummulites, Miliolites und Versteinerungen des Pariser Grobkalkes führen. Diese Schichten, welche einen guten Baustein liefern, werden bedeckt von Thon, Sand und Molasse, die Arten von Pecten und Scutella aus der miocenen Aera enthalten; alsdann folgen Conglomerat- und Braunkohlen-Schichten, in denen ich Ostrea Virginiana *Gmel.* und O. longirostris *Lam.* fand. Die niedrigen Hügel in den Umgebungen von Schio bestehen auch aus Molasse, die Spatangus Hoffmanni *Goldf.* und Pecten opercularis *Lam.* enthalten. Hier verschwinden die eocenen Gebilde und erscheinen erst bei S. Georges de Polio wieder, wo eine Umstürzung der Schichten stattgefunden hat, so daß die eocenen nummulitischen Bänke von oberen Kreide-Massen und diese von noch älteren Kreide-Lagen bedeckt werden; zugleich treten basaltische Tuffe auf. Die Naturforscher glaubten, daß hier Nummuliten-Schichten unter der Kreide lägen — ein Irrthum, den Pasini zuerst aufklärte.

In allen Hügeln um Treviso gehen die miocenen Schichten in Sandsteine und Conglomerate, gebunden durch kalkige Masse, über, die offenbar einer neueren Zeit angehören; sie setzen das südliche Gehänge aller Hügel in Friaul zusammen. Wahrscheinlich wurde in dieser Formation bei Soligo der Zahn von Mastodon angustidens entdeckt, dessen Cuvier erwähnt. Ich war niemals so glücklich, Petrefacten zu finden, obwohl ich fleißig nachforschte, besonders in den Höhlungen des Hügels, genannt Bocco del Montello. An dem Fuß des Hügels S. Lorenzo, zwischen Montebello und Verona ist in den nummulitischen Schichten eine kleine Höhle ausgeweitet und mit Thon gefüllt, die zahlreiche Knochen enthält. Dr. Scortegagna erkannte Zähne und Gebeine von Hippopotamus und Rhinoceros. Später machte Catullo einen Bericht über die Knochen bekannt, welche sich in den Höhlen im Veronesischen und in den Venetianischen Provinzen finden. Er erwähnt: Elephas primigenius *Blumenb.*, Equus adamiticus *Schlot.*, Ursus spelaeus *Rosenm.*, Cervus megaceros *Hart.*, Canis vulpes *Linn.*, Sus priscus *Goldf.* Geweihe vom Hirsch wurden in dem Thon unserer Ebenen gefunden und die Torflager am Fuß der Euganeen enthalten Zähne vom Pferd, Bär und einem Biber-artigen Thier.

Diese gedrängte Skizze der geschichteten Gebirgs-Formationen des nördlichen Italiens, zeigt, wie mit Hülfe der Versteinerungen eine Reihe von Gesteins-Gruppen vom Glimmerschiefer bis zu den neuesten Gebilden nachgewiesen, wie Schichten, geographisch von einander entfernt, vereinigt werden können und in petrographischer Beziehung gleiche Gesteine im Alter wesentlich verschieden sind.

Auf die Petrefacten gestützt, habe ich die Grenze des Trias bestimmt und in unserer Jura-Formation das Vorhandenseyn der unteren und mittleren Gruppe, so wie Spuren der oberen erkannt. Dann habe ich gezeigt, daß unsere unteren Kreide-Bänke in zwei Glieder, „Neocomien“ und „Albien“ theilbar sind, so wie die oberen in d'Orbigny's „Turonien“ und „Senonien“. Die früher weniger gekannten Tertiär-Ablagerungen wurden in eine Gruppe, die miocene vereinigt; ich wies nach, daß sie in eocene, miocene und pliocene geschieden werden können; auch überzeugte ich mich, daß unsere große nummulitische Formation eocen ist. Ich zweifele, ob es überhaupt secundäre Nummuliten gibt. In einem Aufsatz über Kreide-Gebilde Italiens führte ich das Vorkommen von Nummuliten-Resten unter der Scaglia an; ich erkannte seitdem, daß diese Körper durch Reibung abgerundete Muscheln waren. In den Alpen sehe ich stets nach Nummuliten, als den Wahrzeichen der Tertiär-Epoche, und ich werde alle Schichten für tertiär halten, in denen Nummuliten sich finden.

Diese gedrängte Skizze der geschichteten Gebirgs-Formationen des nördlichen Italiens, zeigt, wie mit Hülfe der Versteinerungen eine Reihe von Gesteins-Gruppen, vom Glimmerschiefer bis zu den neuesten Schichten nachgewiesen, wie Schichten, geographisch von einander entfernt, verbunden werden können und in petrographischer Beziehung gleiche Gesteine im Alter wesentlich verschieden sind.

Auf die Petrefacten gestützt, habe ich die Grenze des Lias bestimmt und in unserer Jura-Formation das Vorhandensein der untern und mittleren Gruppe, so wie Spuren der oberen erkannt. Dann habe ich gezeigt, daß unsere untern Kreide-Decke in zwei Glieder, „Neocomien" und „Albien" theilbar sind, so wie die oberen in d'Orbigny's „Turonien" und „Senonien". Die früher weniger gekannten Tertiär-Ablagerungen wurden in eine Gruppe, die miocene vereinigt; ich wies nach, daß sie in eocene, miocene und pliocene getrennt werden können; auch überzeugte ich mich, daß unsere große nummulitische Formation eocen ist. Ich zweifelte, ob es überhaupt secundäre Nummuliten gibt. In einem Aufsatz über Kreide-Gebilde Italiens führte ich das Vorkommen von Nummuliten-Kalken unter der Scaglia an; ich erkannte jedoch, daß diese Körper durch Reibung abgerundete Bruchstücke waren. In den Alpen suchte ich stets nach Nummuliten, als den Wahrzeichen der Tertiär-Epoche, und ich werde alle Schichten für tertiär halten, in denen Nummuliten sich finden.

Druck der K. Hofbuchdruckerei Zu Guttenberg in Stuttgart.